

CULTIVO DE GRANOS ANDINOS EN ECUADOR

**Informe sobre los rubros quinua,
chocho y amaranto**

*Sven-Erik Jacobsen
Stephen Sherwood*



Organización de las Naciones Unidas para la
Agricultura y la Alimentación (FAO)

Centro Internacional de la Papa (CIP)

Catholic Relief Services (CRS)

CULTIVO DE GRANOS ANDINOS EN ECUADOR

Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto

Sven-Erik Jacobsen¹ y Stephen Sherwood²

¹Centro Internacional de la Papa (CIP)
Av. La Universidad 1895, Apartado 1558
Lima 12, Perú, s.jacobsen@cgiar.org

²CIP y FAO Global IPM Facility
Apartado 17-21-1977
Quito, Ecuador, s.sherwood@cgiar.org



Julio 2002

Copyright, 2002 Organización de las Naciones Unidas
para la Agricultura y la Alimentación (FAO),
Centro Internacional de la Papa (CIP) y
Catholic Relief Services (CRS)

Derechos reservados. El presente documento puede
reproducirse parcialmente sin la autorización explícita
de la FAO, CIP y CRS, pero con reconocimiento de su autoría.

Diagramación: *José Jiménez*
Edición de texto: *Janeth Pavon y Elizabeth Rosero*

ISBN: 9978-22-258-8

En coedición con Ediciones Abaya-Yala
12 de Octubre 1430 y Wilson,
Quito. Ecuador.
editorial@abyayala.org

CONTENIDO

Resumen	
Agradecimientos	5
Antecedentes	6
Análisis del problema	7
Disparidad y la pobreza creciente en la Sierra	9
Expansión de la frontera agrícola y deterioro ambiental	9
Prioridades para el futuro	12
Los granos andinos: Oportunidad para mejorar la seguridad alimentaria	13
La quinua	13
El chocho	14
El amaranto	14
Contexto agronómico para la producción de la quinua	16
Ecosistemas de la Sierra	16
Pisos ecológicos y clima	16
Suelos	17
Zonas de producción	18
<i>Norte: Carchi e Imbabura</i>	18
<i>Centro: Pichincha, Cotopaxi, Tunguragua, Chimborazo y Bolívar</i>	19
<i>Sur: Cañar, Azuay y Loja</i>	19
La producción de quinua	21
Mercados	22
Sistemas de producción	22
Producción orgánica	24
Cosecha y almacenamiento	24
Procesamiento y comercialización	25
Costos de producción	26
Obstáculos a la productividad	27
<i>Diversidad y potencial genético de germoplasma</i>	28
<i>Plagas y enfermedades</i>	29
<i>Factores climáticos adversos</i>	29
<i>Degradación de suelos</i>	30
<i>Perdidas de conocimientos ancestrales</i>	30
<i>Poca competitividad de mercados</i>	31
<i>Otros limitantes</i>	31
Sistemas de producción de semilla	32
Producción actual y potencial	32
La producción de chocho y amaranto	34
Chocho	34
Amaranto	36
Pautas para la producción orgánica de los granos andinos	37
Hacia un fortalecimiento de los granos andinos	39
Situación actual	39
<i>Organizaciones involucradas en los sistemas orgánicos de producción de quinua</i>	39
<i>Certificadores y la certificación de quinua orgánica</i>	42
<i>Dependencia en los agroquímicos</i>	43
Capitalizando las experiencias más exitosas de intervención	45

<i>Capacitación centrada en el agricultor y su comunidad</i>	46
<i>Innovación dirigida por actores locales</i>	47
Conclusiones	49
Area y producción potencial	49
Impacto de la conversión	50
Mercado	50
Chocho y amaranto	52
Impactos económicos y sociales	52
Colaboración institucional	52
Recomendaciones	53
Estrategias de trabajo con comunidades	53
Estrategias institucionales	53
Estrategias para aumentar la producción y productividad	54
<i>Agronomía/producción</i>	54
<i>Cosecha y poscosecha</i>	55
<i>Certificación</i>	55

ANEXOS

A. Bibliografía	57
B. Valor nutritivo de la quinua	66
C. Tecnología de producción orgánica	69
D. Costos de producción	74
E. Organizaciones consultadas	75
F. Vacíos de conocimientos sobre ecología de los agricultores de pequeña escala	79
G. Comparación entre la extensión convencional y extensión basada en autoaprendizaje.....	81
H. Comparación entre el sistema convencional de extensión agrícola y las Escuelas de Campo de Agricultores	87
I. Las Escuelas de Campo de Agricultores y los Comités de Investigación Agrícola Local	84
J. Estudio de caso: Impacto económico de Escuelas de Campo de Agricultores en Carchi	86
K. Estilos agrícolas en Carchi y oportunidades de intervención	88
L. Acciones sugeridas para la reducción de la exposición a plaguicidas	89

Resumen

Debido a su alta calidad nutricional y a la capacidad de soportar condiciones ambientales extremas, la quinua ha sido seleccionada como uno de los cultivos destinados a ofrecer seguridad alimentaria en el siglo XXI. A esto se suma que en la última década la quinua ha ganado espacio en los mercados de consumo a nivel internacional, lo cual abre oportunidades económicas para los productores andinos del país.

Actualmente en Ecuador se cultivan cerca 2.000 ha de quinua y dada su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas, se estima que puede alcanzar las 90.000 ha; es decir, la tercera parte del área total de los cultivos anuales de la Sierra (280.000 ha). El potencial del chocho tanto como el del amaranto es menor - - cerca de 70.000 ha. Se estima que el potencial de una producción orgánica dentro de cinco años podría alcanzar las 8.000 ha por cultivo, con un potencial agronómico que puede llegar a 50.000 ha en un período de diez años.

Un aumento del área sembrada plantea nuevos retos para los agricultores, incluyendo aspectos como el manejo de la fertilidad de los suelos, plagas y mercado. Así, una intervención no solo debería ayudar a los productores a manejar los problemas actuales sino también a enfrentar con éxito el constante surgimiento de retos. La experiencia obtenida en desarrollo rural en el país muestra que, en lugar de únicamente promover paquetes tecnológicos, es necesario que las intervenciones se enfoquen cada vez más en fortalecer las posiciones de los protagonistas marginados -- los agricultores, sus familias y comunidades -- y su accionar, tanto a nivel individual como colectivo. Además, es menester enfocarse en el establecimiento de un sistema nacional de certificación con el fin de asegurar normas de calidad y fomentar condiciones que favorezcan a los agricultores que deseen adoptar los sistemas orgánicos de producción.

Debido a una reducción en los precios internacionales de la quinua orgánica, es inevitable que el precio pagado al agricultor por unidad de grano caiga de \$0,6-0,8/kg. a \$0,4/kg. A consecuencia de esto los productores necesitan aumentar su productividad de 800 a 2.000 kg/ha y reducir los costos generales de producción. Al mismo tiempo, es necesario promover la inclusión de granos andinos en productos populares existentes y desarrollar nuevos productos con valor agregado. El precio reducido pagado al agricultor no afectará su economía si de manera simultánea se puede aumentar la productividad y el volumen de la oferta.

La tendencia actual de la descentralización de las funciones gubernamentales hacia las municipalidades y la privatización en el manejo de los recursos naturales en Ecuador presenta nuevas oportunidades para organizar y planificar el desarrollo de las capacidades de la comunidad rural de una mejor manera. Al nivel institucional, existe poca colaboración entre los actores de la cadena y pocos mecanismos de comunicación o coordinación. En vista de que un programa orientado a los mercados necesita tomar en cuenta a los diversos actores de la cadena agroalimentaria, es necesario crear una plataforma común entre ellos. En vez de defender una cierta posición, un programa nacional servirá más a los intereses del país a través del establecimiento de espacios de mediación sobre los diversos intereses existentes.

Agradecimientos

Los autores desean reconocer el aporte de diversas personas que apoyan los distintos aspectos del desarrollo agrícola en la Sierra ecuatoriana. Scott LeFevre y Holly Inurreta del Catholic Relief Services (CRS) y Gustavo Paredes y Armando Grijalva del Fondo Ecuatoriano Canadiense para el Desarrollo (FONDO) participaron en el diseño original de este estudio. Extendemos nuestro agradecimiento a las siguientes personas por compartir su valioso tiempo y experiencia: Rodrigo Arroyo, Mencha Barrera, Carlos Caicedo, José Carvajal, Enrique Balda, Francisco Gangotena, Nicola Mastrocola, Hugo Mena, Jesús Miranda, Janeth Pavón, Eduardo Peralta, Juan Pérez, Susan Poats y Nelson Vaca. Sin sus contribuciones, no habría sido posible recopilar la información necesaria en el corto tiempo disponible para realizar el presente estudio. Los autores asumen responsabilidad por cualquier falta o error de interpretación que pueda encontrarse en el texto. Además, desean agradecer el apoyo financiero del CIP y la FAO para la realización de este estudio, a través de las siguientes iniciativas: Proyecto Quinua/CIP-DANIDA, FAO/TCP/0067, FAO/Global IPM Facility y el Programa de Seguridad Alimentaria.

Antecedentes

En el año 2001, el Gobierno ecuatoriano, con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), determinó una serie de estrategias para viabilizar una política nacional de seguridad alimentaria (Decreto Ejecutivo 1039). Una de las estrategias centrales fue la ampliación y mejoramiento de los programas sociales y de producción ejecutados con la participación de organismos gubernamentales y de la sociedad civil. Dada la alta calidad nutricional de la quinua y su capacidad de soportar condiciones ambientales extremas, la FAO ha seleccionado a la quinua como uno de los cultivos destinados a ofrecer seguridad alimentaria en el siglo XXI. Además, en la última década la quinua ha ganado un espacio en los mercados de consumo al nivel internacional, lo cual abre oportunidades económicas para los productores andinos del país.

En 2001, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) del Ecuador y el Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas (PMA) emprendieron una iniciativa para incluir a la quinua en la dieta del Programa de Desayuno Escolar al nivel nacional, que alimenta a unos dos millones de niños del país cada día. De manera paralela, el Ministro de Agricultura Galo Plaza solicitó a un conjunto de organizaciones nacionales e internacionales dedicadas al desarrollo agrícola del país desarrollar un programa nacional para apoyar las demandas de capacitación, investigación y comercialización del rubro quinua.

Debido a estas oportunidades, el Fondo Ecuatoriano Canadiense para el Desarrollo

(FECD), Catholic Relief Services (CRS) y el Centro Internacional de la Papa (CIP) han emprendido una iniciativa enfocada en el desarrollo de los sectores pobres de la zona alto andina de la Sierra ecuatoriana. Esto se enmarca en un proceso más amplio, conocido como "Ecuakinua", que involucra a muchos otros actores de la industria, del área de investigación, a productores y agencias de desarrollo. Mediante un programa que promueva el fortalecimiento de sistemas de producción sostenibles centrados en la producción y comercialización de quinua, y en menor grado, en el chocho y el amaranto, la iniciativa pretende: 1) aumentar la producción y mejorar la productividad de la quinua y otros granos andinos; 2) fortalecer la cadena agroalimentaria de este rubro con el fin de fomentar la competitividad ecuatoriana al nivel nacional e internacional, particularmente en áreas que favorecen la participación de los pequeños productores; 3) promover el consumo de los granos andinos y el desarrollo de sus productos alternativos de valor agregado.

Dicho proyecto espera generar un impacto inmediato en la seguridad alimentaria, en la economía y promover el rescate y fortalecimiento cultural. Su enfoque es el fortalecimiento de la producción y de la productividad de la quinua en forma orgánica y, como cultivos complementarios dentro del sistema de producción, del chocho y del amaranto. Para asegurar una buena inversión de los recursos financieros, humanos y materiales, el proyecto ha solicitado estudios de producción y de mercadeo de los granos andinos (con énfasis en

quinua) para poder diseñar una intervención de acuerdo con las oportunidades existentes en el país. Por lo tanto, este estudio pretende presentar la situación agronómica actual en Ecuador con respecto a la producción de estos cultivos y

sus productos. Además, el estudio considera las oportunidades institucionales y metodológicas más promisorias para lograr un proceso de innovación sostenida hacia el futuro.

Análisis del problema

Disparidad y pobreza creciente en la región Sierra

La extensión de Ecuador alcanza los 276.000 km² y éste se divide en cuatro zonas geográficas: Sierra (24,8% del área), Costa (24,6%), Amazonía (47,8%) y Galápagos (2,8%). La población nacional se ubica en 12.090.804 de habitantes (INEC, 2002), con una tasa de crecimiento poblacional del 2,3%. Los ingresos del 5% más rico de la población superan en no menos de 60 veces a los ingresos del 5% más pobre, y la evidencia sugiere que esta brecha está en aumento (Larrea, 1997). Esta situación ubica al Ecuador como miembro de los países del mundo con mayor disparidad entre las clases sociales.

En los últimos años, la población del país ha vivido un deterioro acelerado de su bienestar económico y nutricional. Después de llegar a su nivel más alto en los últimos 20 años, el Producto Nacional Bruto per capita bajó precipitadamente en 1998 de \$1.621 a \$780 en el año 2000 (ODEPLAN y FAO, 2001). Durante este período, varios estudios muestran que la pobreza en el Ecuador se duplicó, hasta alcanzar un 65% de la población total, y el 77% en las zonas rurales. Entre 1995 y 1999, la indigencia en el país se incrementó de 12% a 21% (SIISE, 2001).

El nivel de pobreza es mayor entre las mujeres y las comunidades indígenas marginadas de la Sierra, donde más del 95% de esta población se clasifica como "pobre", con un 67% que presenta efectos de malnutrición (McDonald, 1999). Estudios sobre talla realiza-

dos en escolares de seis a nueve años de edad han mostrado que las provincias de la Sierra tienen mayores problemas nutricionales al nivel nacional. Las provincias en donde se registraron mayores riesgos de desnutrición fueron: Chimborazo, Cotopaxi, Cañar, Bolívar e Imbabura (Freire y Bacallao, 1992). El Sistema de Vigilancia Alimentaria y Nutricional (SISVAN) ha registrado el grado de desnutrición más alto en la Sierra, donde hay, de acuerdo con su metodología, un 52% de insuficiencia nutritiva ponderal y 70% de retardo de crecimiento entre la población. Las prevalencias más altas se encontraron en las provincias de Cotopaxi (50,7% y 67,4%, respectivamente), Chimborazo (48,3% y 65,1%) y Cañar (47,8% y 64,5%). Estos resultados son consistentes con los indicadores sobre grados de pobreza en el país (SIISE, 2001).

Las causas y efectos del incremento de la pobreza han dado lugar a círculos viciosos de interacciones que incluyen un decremento significativo en las inversiones en el sector productivo por parte del Estado y la empresa privada, y la falta de acceso a fuentes de trabajo productivo que generen ingresos. Como resultado, existe una falta de capacidad de inversión propia por parte de los pequeños productores y una falta de capacidad para acceder a mercados para la comercialización de sus productos agrícolas, lo que conlleva a una baja productividad y bajos ingresos y recursos (Nieto et al., 2000). Los bajos ingresos incrementan la inseguridad alimentaria y la disparidad creciente en las clases contribuye al surgimiento de conflictos sociales.

Expansión de la frontera agrícola y deterioro ambiental

La producción agrícola de la región andina del Ecuador data por lo menos de 3500 AC. No obstante su estabilidad se ve amenazada por una degradación acelerada de los recursos agrícolas, especialmente de los suelos (White y Maldonado, 1991; Córdoba y Noboa, 1996). El deterioro del potencial productivo de los suelos agrícolas y de la calidad del ambiente de la Sierra ecuatoriana en general se ha incrementado en las últimas décadas debido, entre otros factores, al uso indiscriminado de tecnologías de producción agropecuaria de poca sustentabilidad, al laboreo intenso de suelos, el uso de maquinaria pesada y el monocultivo extensivo (Nieto et al., 1994).

Según el Censo Agropecuario de 2002, 842.910 familias ecuatorianas se dedican a la producción agrícola, lo que representa 3,2 millones de personas o 25% de la población, de los cuales 567.644 familias (67%) son de la Sierra (INEC, 2002). Un total de 12.654.242 hectáreas tienen propósito agropecuario (entre cultivos y ganadería), lo cual representa el 49,3% de la superficie total del país; 4.844.159 ha (38%) se encuentran en la Sierra, 4.778.860 ha (38%) en la Costa y el resto se distribuye entre la Amazonía y Galápagos. Esta cifra ha

experimentado un incrementado del 59% desde el último censo en 1974 y los aumentos más significativos se han registrado en el área de pastos cultivados y montes y bosques usados para propósitos agrícolas (Figura 1). Cerca de 1,2 millones de hectáreas están dedicadas a cultivos transitorios o de ciclo corto, de los cuales la mitad (545.069 ha) está en la Sierra.

En la Sierra los minifundios (0 a 5 ha) representan más del 80% de las unidades productivas (INEC, 2002). Los cultivos de mayor importancia económica de la región son papa, maíz, cebada y hortalizas, mientras que un rango de cultivos se destina al autoconsumo, e.g., haba, melloco, oca, chocho, arveja, trigo y cucúrbitas. Dentro de los sistemas de producción pecuaria sobresale la ganadería de leche. Una actividad de reciente aparición es la producción de frutas no tradicionales, especialmente de especies nativas, como tomate de árbol (*Cyphomandra beccatecea*), babaco (*Carica pentagona*), mora (*Rubus* sp.) y fresas, combinadas con Rosáceas (manzana, durazno, pera, claudia). En los últimos diez años surgió la industria florícola en los valles andinos, dominada por compañías multinacionales con mercados externos, especialmente Europa y los Estados Unidos. Se estima que en 2002 existen 3.821 ha de flores.

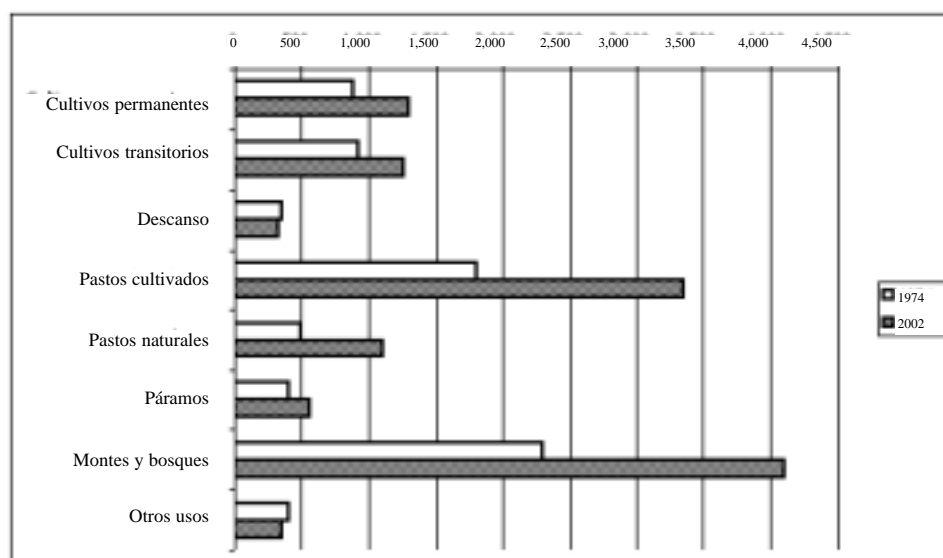


Figura 1. Evolución del superficie ecuatoriano para fines agrícolas en el Ecuador (en 1.000 ha) (INEC, 2002)

Evidentemente, la revolución verde, que se centró en mejoramientos genéticos de germoplasma y en el uso de agroquímicos, contribuyó en el aumento de la producción de alimentos en el país. Sin embargo, los daños ecológicos y sociales de una agricultura dependiente de insumos externos, en particular en productos importados, generan preocupación. La mayor parte del asesoramiento técnico viene a través de los almacenes y vendedores de agroquímicos, los cuales, gracias a su capacidad empresarial, han sacado provecho de la situación para promover una agricultura dependiente de productos comercializables, como fertilizantes químicos y plaguicidas, que hoy en día representan la mitad de costo total de la producción. Esto ha contribuido a un sobre uso de químicos tóxicos que están dañando los ecosistemas, lo que a su vez ha redundado en nuevos brotes de plagas y enfermedades, suelos con una vida biótica cada vez menor y aguas contaminadas. Además, las plagas se vuelven más resistentes a los agroquímicos, lo que ha generado un círculo vicioso en donde el agricultor cada año necesita aplicar más cantidades de químicos y de mayor toxicidad, mientras la productividad de sus terrenos sigue disminuyendo.

En Ecuador, el paradigma predominante para el mejoramiento de la producción agrícola se ha centrado en manipular organismos (el cultivo y sus plagas) a través de tecnologías (fertilizantes sintéticos y plaguicidas), en lugar de explotar las numerosas oportunidades y complementariedades biológicas que existen entre los organismos dentro de un sistema ecológico. Estudios realizados por el INIAP y CIP han mostrado que la consecuencia más seria de la dependencia creciente de insumos sintéticos en la agricultura puede ser el deterioro de la salud humana y de los productores, tanto como la perturbación ecológica que interrumpe mecanismos naturales de manejo de plagas y fertilidad de suelos (Crissman y Espinosa, 2002). En papa, por ejemplo, los científicos consideran que el potencial de producción dentro del ecosistema andino se acerca a las 100 t/ha, y existen agricultores que en la actualidad producen 60 t/ha; sin embargo, el promedio nacional se

ubica en 7,8 t/ha aproximadamente (Herrera et al. 1999). Esta baja producción no solo se observa en la papa, sino también en otros cultivos como trigo, cebada, maíz, quinua y chocho, que forman parte de los sistemas agrícolas de la zona andina. Se atribuye esta situación a varios factores bióticos y abióticos, entre los que sobresalen la presencia de plagas y enfermedades, inestabilidad climática y aquellos relacionados con la fertilidad de los suelos. Es evidente que la tecnología de la revolución verde no llevará a los agricultores a potenciar su producción sobre el largo plazo.

La degradación de los suelos en Ecuador se considera como uno de los problemas ambientales más serios (Byers 1990; White y Maldonado 1991). Izquierdo et al. (1993) determinó que el 35% de la superficie del país sufría algún grado de erosión. El fenómeno de agotamiento sistemático de la capacidad productiva de los suelos, explicado fundamentalmente por el deterioro de la micro-vida, es conocido universalmente como fatiga del suelo (Van Lenteren et al., 1992). Mientras el concepto de degradación de suelos tiende a centrarse en pérdidas de calidad física de los suelos, la preocupación por el agotamiento del suelo se centra en su fertilidad o productividad, la cual incluye las cualidades físicas y químicas, pero también por los aspectos biológicos, como por ejemplo: la abundancia y diversidad de organismos (en particular las poblaciones de patógenos) y el poder regenerativo del suelo (es decir, su capacidad de recuperarse después de períodos de cultivo).

Una revisión de la literatura sobre los suelos en Ecuador revela que los esfuerzos de conservación de suelos hasta la fecha se han centrado en aspectos físicos y químicos. El impacto de las prácticas agrícolas en los organismos del suelo y sus efectos asociados no han sido considerados seriamente. Aunque todavía se desconocen los detalles, se sabe que prácticas como el multicultivo, la rotación de cultivos y el uso de enmiendas orgánicas tienden a favorecer la diversidad y abundancia de organismos; mientras otras prácticas, específicamente aquellas asociadas con la agricultura moderna de

alta intensidad y cantidad de insumos, han causado problemas con la capacidad amortiguadora del suelo y por ende con la habilidad de producir alimentos y fibra (Abawi y Thurston, 1994; Coleman y Crossley, 1996; Van Lenteren et al., 1992). Esta situación motivó a D. Hillel a escribir (en Faulkner, 1987), "El arado ha sido responsable de la destrucción de civilizaciones en mayor medida que la espada."

Prioridades para el futuro

Parece ser que los sistemas de producción actuales de la Sierra no son sostenibles. La próxima revolución verde en Ecuador necesitará producir más alimentos que la primera, pero, además, tendrá que ser más "verde". Es decir, que sus métodos tendrán que conservar el medioambiente y la salud humana e integrar una perspectiva agroecológica y tecnologías biológicas al sistema actual de dependencia a insumos externos y tecnologías abióticas.

Dado que los recursos como suelo y agua son cada vez más limitados, el incremento en la producción tendrá que venir del mejoramiento en la productividad. La tierra adicional que entra en producción es por lo general de menor calidad y presenta mayor riesgo de degradación que la actualmente cultivada. También, se continúa perdiendo tierra cultivable debido a la erosión y al crecimiento de las poblaciones urbanas, entre otros factores. Además, en el futuro existirá una mayor competencia por el acceso al agua de buena calidad, al igual que en el caso del suelo, se prevé una disminución continua en su calidad. En consecuencia, el crecimiento de la producción agrícola tendrá que ocurrir en una base más pequeña y más

vulnerable de recursos naturales. Así, la intensificación y la sostenibilidad deberán ser imperativos para el futuro.

Las alternativas productivas con potencial económico competitivo para la Sierra ecuatoriana son muy limitadas, sobre todo para áreas tradicionalmente dedicadas a cultivos de autoconsumo y para mercados locales, como es el caso de las zonas de producción de tubérculos y cereales. Esto se debe fundamentalmente a que el área predial y los recursos disponibles no son adecuados para lograr su desarrollo. Se ha dado un proceso acelerado de transferencia de la tierra desde los grandes predios (haciendas) hacia los campesinos. No obstante, el proceso continuo de fragmentación parcelaria que tiene lugar ha resultado en una marcada presencia del minifundio.

La organización campesina en torno a alternativas de producción debe ser privilegiada para lograr la incorporación de valor agregado a la producción y una mejor opción de competitividad en el proceso de comercialización. Los agricultores necesitan acceso a mercados más competitivos y de alto valor. Para poder responder a las demandas de volumen y calidad de estos mercados, los pequeños productores tendrán que organizarse para planificar su producción y lograr contratos de producción con los compradores, especialmente la industria de procesamiento y exportación. El sector rural andino necesita una fuerte inversión socio tecnológica para ayudar a las comunidades a desarrollar sus capacidades productivas en forma sostenible y ganar acceso a los mercados de alto valor del país y el extranjero.

Los granos andinos: oportunidad para mejorar la seguridad alimentaria a futuro

La quinua

Por al rededor de 7.000 años la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) ha sido cultivada en la región andina, donde ha sido apreciada por su valor nutritivo y durabilidad frente a condiciones ambientales difíciles. Su centro de origen se ubica en la región del Lago Titicaca, y fue un grano básico de la cultura Inca. El Anexo B resume el valor nutritivo de la quinua. Debido a su alto contenido de aminoácidos, ácidos grasos esenciales, minerales y elementos menores, es un producto altamente valioso para la dieta humana. No obstante, en los últimos siglos, su cultivo ha estado en camino a la extinción.

En los últimos años, el cultivo de quinua en Ecuador ha sido considerado secundario, no solamente por la escasa superficie cultivada, sino por su bajo consumo per cápita (menos de 1 kg/persona/año) y bajo interés aparente de la población para incrementar su producción y consumo (Nieto, 1997). Desde la segunda mitad de la década de 1970, se observó en Ecuador un proceso acelerado de erosión genética de las plantas cultivadas, llegando a la casi extinción de varios cultivos andinos. Este proceso fue motivado por varias razones de orden interno y externo, entre ellas un cambio de los patrones y hábitos de consumo internos, facilidad para conseguir alimentos importados, acelerado proceso de urbanismo, la desvalorización de costumbres y tradiciones socio-culturales locales y nacionales, y la falta de incentivos a la actividad agropecuaria nacional. Todos estos factores propiciaron que los sis-

temas y arreglos de cultivo, junto con las especies y ecotipos nativos, fueran desplazados para dar paso al monocultivo comercial de características industriales, considerado como una alternativa negativa de la agricultura en otras latitudes.

Afortunadamente, varias instituciones, investigadores y empresarios nacionales, apoyados por organismos internacionales, han realizado importantes actividades de rescate y promoción de los cultivos nativos no tradicionales, entre ellos la quinua. Fruto de estas acciones de investigación y extensión, se ha logrado tanto el rescate y conservación del germoplasma como la producción de semillas de calidad, la generación de recomendaciones tecnológicas para su cultivo y su industrialización, así como la promoción del uso y consumo nacional e internacional.

Todavía existen problemas de orden agronómico, sociocultural y económico que deben superarse para conseguir que éste y otros cultivos similares compitan con otros productos de consumo masivo y precios bajos, como el trigo y el arroz. Hace falta continuar con el proceso de investigación y promoción del cultivo e incluir estudios del uso y consumo. En la última década, la perspectiva para la quinua está cambiando. Según la empresa exportadora Inca Organics, desde 1995 la demanda de quinua orgánica en grano en los Estados Unidos y Europa se ha duplicado en una base anual. El aumento de reconocimiento del valor nutritivo de la quinua abre oportunidades para su introducción en productos procesados.

El chocho

El chocho o tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) es originario de la zona andina de Sudamérica. Es la única especie americana del género *Lupinus* domesticada y cultivada como una leguminosa (Blanco, 1982). Su distribución comprende desde Colombia hasta el norte de Argentina, aunque actualmente es de importancia sólo en Ecuador, Perú y Bolivia. Un estudio realizado para determinar la importancia de los cultivos andinos en sus países de origen permitió determinar que en Perú, Bolivia, Ecuador y Chile el chocho se constituía en un rubro prioritario, mientras que en Argentina y Colombia constituía un rubro de prioridad media. (FAO, 1986). Recientemente, el interés por el chocho ha aumentado en Europa debido a su alta calidad nutritiva, por ser una fuente valiosa de proteínas y grasa, con contenidos de 14 a 24% y de 41 a 51% respectivamente (Gross et al., 1988). Tiene un gran potencial no solo para la alimentación humana, sino también para la alimentación de animales. Sin embargo, varias características desfavorables han obstaculizado su cultivo, en particular su crecimiento indeterminado y alto contenido de alcaloides. Se estima que el área total del cultivo de chocho en los Andes alcanza las 10.000 ha (Jacobsen, 2002a).

Debido a su alto contenido de proteínas y grasa, el chocho es conocido como la soya andina. En relación con otras leguminosas, el chocho contiene mayor porcentaje de proteínas y es particularmente rico en lisina (Popenoe et al., 1989). Además tiene una alta calidad de grasa, con 3 a 14% de ácidos grasos esenciales de la cantidad total de grasa; por lo que el aumento en el consumo de chocho podría conducir a una mejora de la salud y del estado nutricional de las poblaciones marginadas en Ecuador. Los crecientes niveles de obesidad en las zonas urbanas de América Latina (Uauy et al., 2001) también podrían enfrentarse con una mayor disponibilidad de productos ricos en ácidos grasos esenciales como el chocho, especialmente en áreas donde la demanda no está siendo satisfecha actualmente (Lara-Garafalo, 1999). Además, las cualidades del chocho,

desde el punto de vista agrícola, pueden conducir a mejorar la salud de manera directa al disminuir los efectos negativos de la sobre exposición a plaguicidas o indirectamente al disminuir la contaminación ambiental (Cole et al., 1998). El chocho, al igual que otras leguminosas, fija su propio nitrógeno, y constituye un abono verde excelente, capaz de fijar 400 kg, de nitrógeno por hectárea (Popenoe et al., 1989). Finalmente, el chocho puede contribuir al manejo de plagas en el sistema de cultivo andino, actuando como una barrera contra el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) (Alcázar y Cisneros, 2001; González y Franco, 2001), la plaga de papa que más demanda el empleo de plaguicidas en la Sierra de Ecuador.

El amaranto

Por miles de años el amaranto (*Amaranthus* sp.) ha constituido un alimento importante en el continente Americano, y actualmente ha logrado captar un creciente interés debido a su potencial como alimento y su calidad nutritiva. El amaranto se distribuye ampliamente en América, donde presenta gran variabilidad genética, que se aprecia en la diversidad de características de la planta, tipo de inflorescencia, color de la semilla, precocidad, contenido proteico de semilla y resistencia a plagas y enfermedades. En Africa el amaranto se cultiva como hortaliza. Se adapta a varios tipos de suelos, altitudes, temperaturas y fotoperíodos, además de adaptarse a distintos requerimientos de pH y precipitación. Se conoce que en el continente Americano existen 3.000 accesiones de *Amaranthus* sp. en bancos de germoplasma, lo que representa 87 especies.

La distribución geográfica del amaranto cultivado es amplia (Mujica et al., 1999). Desde el tiempo precolombino, *A. cruentus* se encuentra en México y en la zona central de los EEUU, *A. hypochondriacus* en el sudoeste de los EEUU y *A. caudatus* en la zona andina de América del Sur. Las tres especies se han cultivado para semilla y hojas frescas para el consumo humano, y posiblemente dan origen a *A. hybridus*, que es común en América. Las

especies silvestres más importantes en América son: *A. hybridus*, *A. tricolor*, *A. blitum* L., *A. viridis* L. y *A. dubius* Mart. Algunas de las características importantes para el mejoramiento del amaranto a futuro son precocidad, semillas grandes, adaptabilidad a ambientes nuevos, plasticidad genética y alto rendimiento (Jacobsen et al., 2000b).

El valor nutritivo de amaranto es parecido al de la quinua, con un alto contenido de aminoácidos esenciales. Sin embargo, el amaranto no tiene la misma resistencia al frío, por lo que se lo siembra en los valles interandinos. El amaranto tiene la ventaja frente la quinua de no contener saponinas, por lo que no requiere del proceso de desaponificación y no representa un riesgo para el consumo ni para el medio ambiente.

Contexto agronómico para la producción de quinua (adaptado de Pumisacho y Sherwood, 2002)

Ecosistemas de la Sierra

Históricamente, la quinua ha sido cultivada a lo largo de los Andes, desde 2° de latitud Norte a 40° de latitud Sur. La producción de quinua en Ecuador se distribuye en tres ecozonas geográficas: norte, centro y sur. Las diferencias agroecológicas están determinadas no por la latitud, sino por relaciones entre clima, fisiografía y altura. Generalmente, los riesgos climáticos de la zona andina son significativos e impredecibles, los suelos son poco productivos y degradados, y tanto la producción como la productividad son bajas (Nieto, 1997). En general, el cultivo de la quinua en el país se desarrolla en terrenos irregulares, en laderas hasta con más de 45% de pendiente y en un rango de altitud típico de 2.300 a 3.700 msnm entre los pisos interandinos y subandinos.

Pisos ecológicos y clima

Existen tres pisos ecológicos principales en el país: andino (más de 3.600 msnm), subandino (3.200 a 3.600 msnm) e interandino (2.800-3.200 msnm). En el piso andino, las especies mejor adaptadas y más difundidas son las raíces y tubérculos andinos, entre ellos papa, haba y cebada. También, el sistema incluye pastoreo extensivo de animales domésticos, especialmente de ovinos. En este piso frecuentemente ocurren heladas, sobre todo en las hondonadas y planicies. Ocasionalmente, también ocurren granizadas, fuertes vientos y aguaceros. El uso de abonos químicos ha permitido que la tierra de los páramos sea cultivada por cuatro a cinco años. En los últimos años,

el período tradicional de descanso en barbecho se ha reducido de cinco a tres años.

El piso subandino se caracteriza por la mayor presencia de producción de granos, como el trigo y la lenteja. Entre los animales de pastoreo se encuentran principalmente el ganado bovino y equino. Es una zona con menor riesgo de pérdidas por problemas climáticos. Es común que la tierra se cultive por un período de cinco a seis años y que luego descanse por un año.

El piso interandino se caracteriza por la diversidad de cultivos, incluyendo maíz, zambo, chocho, alfalfa y lenteja verde, y por el uso continuo del suelo. En este piso, al igual que en los otros, son comunes los animales de pastoreo más intensivo, como el ganado de leche y especies mejoradas. Los riesgos climáticos son mínimos.

Debido a la latitud del país y los efectos de altitud, las variaciones diarias de temperatura son mucho más importantes que las estacionales. Las diferencias diarias pueden alcanzar hasta 30°C (Cuadro 1). La altura máxima del cultivo está determinada por las temperaturas nocturnas mínimas y la frecuencia de heladas. La siembra en laderas, donde no se asientan masas de aire frío, disminuye el riesgo de heladas. La frecuencia de noches con temperaturas bajo cero aumenta rápidamente sobre los 3.300 msnm, lo que coincide con el límite inferior del piso subandino. Existe un descenso de aproximadamente 0,6° C por aumento de 100 m en la altura, y por este incremento, el cultivo de quinua requiere de aproximadamente 15 días adicionales para alcanzar su madurez.

Cuadro 1. Temperatura de las ciudades principales de la Sierra

Cuidad	Temperatura (°C)			Altitud msnm
	Media	Min.	Max.	
San Gabriel	12,1	6,5	17,7	2.850
Otavalo	14,4	-0,5	28,2	2.600
Quito	13,4	0,2	29,9	2.800
Ambato	12,8	-0,6	25,6	2.540
Riobamba	13,5	-3,6	28,3	2.796
Cuenca	14,8	-0,2	28,0	2.700
Loja	15,5	7,2	24,5	2.160

La precipitación en la Sierra tiene un carácter bimodal: de febrero a mayo y de octubre a diciembre, debido a los movimientos de la zona de convergencia intertropical. La principal estación seca o de verano ocurre de junio a agosto. Entre fines de diciembre y comienzos de enero existe un período menos lluvioso conocido como el Veranillo del Niño. Debido a la elevada radiación solar, la producción potencial es alta y aproximadamente constante, por la cual la Sierra tiene excelentes condiciones para la producción vegetal. La nubosidad puede afectar hasta un 50% del período de insolación diaria. Sin embargo, la radiación difusa en cielo cubierto es hasta un 100% más eficiente que la radiación difusa en cielo descubierto.

Suelos

Un 31% de los suelos del país son volcánicos (Maldonado et al., 1984), los cuales predominan en la Sierra. Estos presentan un alto contenido de aluminio activo, extraíble con oxalato ácido de amonio. El suelo denominado *negro andino* se ha desarrollado de ceniza volcánica fina que forma un complejo químico entre la materia orgánica y los minerales. Este tipo de suelo es comúnmente profundo en el país y rico en materia orgánica (8 a 16%). Posee una alta capacidad de retención de agua, alta estabilidad estructural, baja densidad aparente, deshidratación reversible, buena permeabilidad, y es de consistencia untuosa. Por ello, los suelos

negros andinos son muy aptos para el cultivo de tubérculos como la papa, el melloco y la mashua. Sin embargo, debido a la presencia de alófona e imogolita y por el complejo aluminio-humus, estos suelos tienen un alto poder de fijación de fósforo. Como resultado, Ecuador es uno de los países que más utiliza fertilizantes fosforados.

Varias provincias presentan grados importantes de erosión debido a la agricultura. En casos extremos, particularmente en suelos superficiales, la capa fértil ha desaparecido dejando al descubierto la cangahua, un suelo de cementación de sílica y carbonatos y poco arable. La degradación de los suelos en Ecuador es considerada entre los problemas ambientales más serios del país. Un estudio realizado por De Noni y Trujillo en 1986, demostró que el 12% de los suelos del país (31.500 km²) estaba expuesto a erosión activa. Múltiples factores han contribuido a la degradación de los suelos de la región, incluyendo la actividad agropecuaria, agricultura de monocultivo, alto uso de agroquímicos, labranza total y movimiento mecánico del suelo. Aunque las lluvias intensas que caen sobre los suelos expuestos comúnmente causan erosión, el alto contenido de materia orgánica de los suelos negros andinos facilita una gran infiltración. Como consecuencia, el escurrimiento solo ocurre durante los eventos de lluvia más severos, es decir, entre una o dos veces por año. El uso de tractores en pendientes rela-

tivamente moderadas a severas (25 a 35 grados) ha resultado en la traslocación hacia abajo de grandes cantidades de suelo. En forma consistente a través de los Andes ecuatorianos, el cultivo mecanizado en laderas ha aumentado dramáticamente en las últimas décadas, hasta el punto en que el uso de tractores ha sido la principal causa de erosión física y degradación de los suelos.

Zonas de producción

La agricultura del callejón interandino puede ser caracterizada de manera general de acuerdo con los sistemas de tres zonas principales: Norte (Provincias de Carchi e Imbabura), Centro (Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar) y Sur (Cañar, Azuay y Loja).

Norte: Carchi e Imbabura

Esta zona tiene la mayor producción de papa por área al nivel nacional (21,7 t/ha). Aunque Carchi solo ocupa 25% de la superficie nacional dedicada al cultivo de papa (15.000 ha), la provincia produce 40% de la cosecha anual del país. Carchi dispone de una diversidad de climas que permite cultivar desde papa en la parte alta, hasta frutales en la parte baja. El área papera de la provincia se distribuye a lo largo de las cordilleras oriental y occidental, entre los 2.800 hasta los 3.200 msnm y con clima frío de alta montaña. El área cultivada de la provincia se extiende sobre suelos de las clases: Dystrandept, Hapludoll, Duriudoll y Arguidoll.

Durante el año, las temperaturas máximas, medias y mínimas son bastante similares en los cantones con mayor superficie sembrada de quinua: Tulcán, Huaca, Montúfar, Bolívar, Espejo y Mira. Las temperaturas promedio oscilan entre los 11,8 y 12,1°C, con una ligera disminución en los meses de junio y agosto.

Las probabilidades de heladas en el norte son relativamente bajas. En tales casos, su incidencia es mayor en terrenos planos, principalmente en los meses de julio, agosto y enero. El

promedio de precipitación oscila entre 900 y 950 mm al año; las mayores precipitaciones ocurren entre octubre y mayo, pero con una distribución generalmente homogénea durante el año.

El principal sistema de producción de los agricultores a pequeña escala es papa-papa-otro cultivo (cereales (trigo, cebada, maíz o quinua), haba y pastos). La mayoría de los pequeños productores preparan el suelo empleando diferentes medios: tractor, manual y yunta. La combinación depende de la época de siembra, la topografía del suelo y la disponibilidad de maquinaria. Los agricultores siembran durante todo el año, debido a la distribución homogénea de lluvias. Se utilizan altas cantidades de insumos externos, como insecticidas, fungicidas y fertilizantes. Generalmente, los agricultores a pequeña escala utilizan mano de obra familiar o contratada en épocas de alta demanda, durante la siembra y cosecha.

Los productores a mediana y gran escala combinan los cultivos con la ganadería. La rotación más común es papa-papa-pastos por dos o tres años. El pasto es utilizado para el sustento de ganado de leche y carne. La agricultura utiliza insumos de manera intensiva y los rendimientos promedio son altos (30 t/ha). El destino de la producción de papa es el mercado nacional e internacional (Colombia) para el consumo en fresco y procesamiento. La mayoría de productores preparan el suelo con tractor en la primera siembra, y con tractor, yunta o jornaleros para la segunda siembra. En las laderas existe la tendencia a sembrar al inicio de las precipitaciones, en octubre, noviembre y diciembre. En las partes planas, las siembras son más frecuentes en enero, junio y julio para evitar las heladas que son comunes durante esta época del año. La mano de obra es contratada, comúnmente usando grupos de jornaleros provenientes de Colombia.

Centro: Pichincha, Cotopaxi, Tunguragua, Chimborazo y Bolívar

Chimborazo tiene la mayor superficie dedicada al cultivo de papa y quinua al nivel nacional. Sin embargo, los rendimientos son relativamente bajos (para papa 11 t/ha y quinua 0,5 t/ha). El clima de la provincia es muy heterogéneo. Los vientos cálidos de la zona amazónica afectan la franja de la Cordillera Oriental, y suavizan el clima, específicamente en el área ubicada en el Cantón Chambo. Como resultado de fuertes variaciones de altitud (entre 2.200 a 3.600 msnm), temperaturas medias entre 6 y 15°C, topografía y lluvias entre 250 a 2.000 mm anuales, la provincia presenta una amplia diversidad de zonas ecológicas. En general, se distinguen dos estaciones: invierno lluvioso de octubre a mayo y verano seco de junio a septiembre. El riesgo por granizadas es mayor durante febrero, marzo, mayo y octubre a diciembre. Las heladas se presentan en la mayoría de las zonas de influencia de la Cordillera Central y Occidental, con mayor riesgo en los meses de enero, marzo, julio, agosto y diciembre.

Existen tres áreas principales de producción: occidente, nororiente y cordillera central. La región occidental comprende los cantones de Riobamba y Colta, donde la siembra ocurre entre octubre y diciembre. La parte nororiental comprende el cantón Chambo, donde se siembra desde mayo a junio. En la cordillera central donde se encuentra el cantón Guano, es posible sembrar durante todo el año.

Los agricultores cultivan en una gran diversidad de suelos. En orden de importancia, predominan los Inceptisoles (54,9%), Mollisoles (31,3%), Entisoles (12,5%) y Alfisoles (1,3%). El pH de los suelos varía de ligeramente ácido a neutro, a medida que disminuye la altitud. El contenido de materia orgánica y nitrógeno va de medio a alto a medida que aumenta la altitud. El contenido de fósforo es bajo (1,5 a 5,5 ppm), y el contenido de potasio varía de medio a alto. La textura predominante es franca. El proceso erosivo es alto.

Se acostumbra rotar el cultivo de la papa con cereales (cebada, trigo, centeno, maíz o quinua). Entre las leguminosas se cultivan habas, arvejas y chocho, y el resto de cultivos incluye cebolla, zanahoria, oca y melloco. La tenencia de la tierra es un factor determinante en los sistemas de producción. Los pequeños agricultores con reducidas superficies de cultivo (0,5 a 1 ha) realizan períodos de rotación más cortos. Los productores medianos (1 a 5 ha) y grandes (5 a 50 ha) renuevan sus potreros destinados a la ganadería con papa, y regresan a este cultivo en un período que fluctúa entre ocho y diez años. El sistema de rotación más común es papa-haba, arveja-cebada, y avena-descanso o potrero (1 a 3 años).

Sur: Cañar, Azuay y Loja

En Azuay y Loja, debido a las bajas precipitaciones, la producción de papa es baja y el cultivo es de poca importancia. Cañar es la provincia más papicultora, donde se encuentra el cultivo sobre los 2.000 msnm. La producción de la zona se ubica entre las más bajas del país (8 a 10 t/ha). A pesar de que tradicionalmente la quinua ha sido parte del sistema de rotación, hoy en día, este cultivo es difícil de encontrar en esta zona. Sin embargo, experiencias recientes de la organización de segundo grado Tucayta han demostrado la gran aptitud de los agricultores para el cultivo.

En la zona de transición subhúmeda (2.000 a 2.600 msnm), se presentan temperaturas medias entre 13 y 15°C y precipitaciones anuales que fluctúan entre 750 y 1.100 mm. Aquí, el cultivo de quinua es de secano. Además de papa, la rotación típica incluye maíz, arveja, fréjol y pasto nativo.

En la zona de 2.600 a 3.200 msnm, la temperatura varía entre 10 y 13°C, con heladas frecuentes casi todo el año. La papa generalmente se siembra en terrenos que inicialmente fueron pastos naturales, a veces asociada con maíz de grano. Luego le sucede la siembra de arveja, cebada, trigo o maíz-choclo. Donde se dispone de riego, la siembra ocurre principalmente entre mayo y junio, con la cosecha entre noviembre a diciembre. En las parroquias de

Juncal y Chorocopte del cantón Tambo, y en menor medida, en Ingapirca, Zhud, H. Vásquez y General Morales, se encuentran otros cultivos andinos, como la mashua, oca y melloco, los cuales se alternan con pasturas naturales o artificiales.

En la zona de 3.200 a 3.600 msnm se encuentra el proyecto de riego Patococha. El clima allí es mesotérmico y semi-árido. La temperatura media anual es de 10,8°C y la precipitación se ubica en 470 mm. La formación ecológica predominante es estepa montano. En esta zona predominan los cultivos de papa y maíz en asociación con fréjol, arveja, lenteja, haba, chocho, lechuga, zanahoria, remolacha, coliflor, cebolla y capulí.

Sobre 3.600 msnm predomina un sistema ganadero/lechero. La temperatura media varía de 9 a 12°C, con heladas frecuentes. Las lluvias se ubican entre los 500 a 750 mm anuales y están distribuidas entre enero y mayo. Existe una estación seca y ventosa marcada entre junio y octubre. En esta zona, la papa es el cultivo de mayor importancia y se lo rota con cebada, trigo, maíz, habas y melloco. Se estima que 40% de la superficie cuenta con riego y que el 60% de los cultivos sembrados en esta zona ocurre bajo riego.

La producción de quinua

Hoy en día, existen alrededor de 80.000 hectáreas dedicadas al cultivo de quinua al nivel mundial; la mayor parte de esta producción tiene lugar en los Andes. Durante la década de 1970 y 1980, debido a las importaciones libres de trigo barato proveniente de Norte América y a los cambios en la dieta, el área de producción de quinua en los Andes experimentó un fuerte descenso (Nieto, 2001). No obstante, en la última década, debido a un renovado aprecio por los granos andinos en los mercados nacionales y en los Estados Unidos y Europa, la producción de quinua ha experimentado una tendencia al incremento (Cuadro 2).

fue algunos surcos sembrados al interior de otros cultivos, y su comercialización era esencialmente nula. En 1990, la empresa privada Inagrofa comenzó a producir y comercializar quinua convencional para mercados nacionales y regionales y orgánica para Europa y Estados Unidos. En 1999, ERPE, con el apoyo financiero del FELD y la empresa privada Andean Organics (ahora Inca Organics), comenzó a promover la producción orgánica de quinua para exportación a los Estados Unidos. Más recientemente, esta iniciativa comenzó a incluir chocho y amaranto. En 2002, se estima una producción en Ecuador de 2.000 ha de

Cuadro 2. Producción de quinua en los Andes (www.fao.org, reportado en Landauer, 2001)

País	Año					
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Bolivia	18.814	23.490	26.360	20.291	22.498	25.000
Ecuador	408	555	304	938	938	938
Perú	16.846	16.070	23.612	28.614	28.439	30.000
Total	36.968	40.115	50.276	49.843	51.875	55.938

En la década de 1980, el INIAP y la empresa Nestlé tuvieron un papel esencial en el rescate de los cultivos andinos, y la quinua fue la prioridad. Este trabajo contribuyó a la recuperación de un cultivo que se creía casi extinguido, así como la generación de nuevas variedades y tecnologías. Cuando se formó el departamento de investigación y desarrollo de Nestlé, denominado Latinreco, lo máximo que se encontró del cultivo de quinua en Ecuador

quinua, de las cuales 500 ha están destinadas a la exportación como quinua orgánica certificada. El hectareaje por año dedicado a chocho y amaranto es menos claro.

Mercados

Las alternativas productivas con potencial económico competitivo para la Sierra son muy limitadas, sobre todo para áreas tradicionalmente dedicadas a cultivos de autoconsumo y destinados a mercados locales. Este es el caso de las zonas de producción de cereales (cebada, avena y trigo), tubérculos (papa, oca y melloco), y en las áreas más bajas, el monocultivo de maíz.

El mayor volumen de la producción de quinua en la zona andina procede de productores a pequeña y gran escala (Egoavil et al., 1988). Una oportunidad para impulsar el desarrollo agroindustrial de los cultivos nativos es la organización de los productores, procesadores e investigadores, de tal manera que se puedan concertar tanto los intereses como la oferta (Acuerdo de Cartagena, 1990).

Como toda actividad productiva dedicada a la exportación, la promoción de quinua no solo generará empleo y dinamizará las economías locales, sino que dejará remanentes de un producto de comprobado valor nutricional y así mejorará la nutrición de las poblaciones local y nacional. Sin embargo, por diversas razones, el Ecuador no está en condiciones de satisfacer la demanda que existe de quinua orgánica al nivel nacional e internacional.

El mercado internacional de quinua es creciente, además existe un alto potencial para la expansión de la demanda local. En Ecuador, el 90% de la quinua es producida por pequeños agricultores de la Sierra, la mayoría de los cuales son mujeres y entre los más pobres de la región. Así, aunque la quinua es un cultivo relativamente reducido en área de extensión, es estratégico para favorecer a sectores altamente vulnerables. Recientemente, el Programa Mundial de Alimentos (PMA) de las Naciones Unidas comenzó a incluir la quinua como parte de su programa escolar. Como resultado, es probable que la demanda nacional de quinua convencional se duplique en un futuro cercano. Según conversaciones con exportadores de quinua, los mercados para quinua orgánica en Estados Unidos, Europa y Japón son crecientes,

pero cada vez menos lucrativos. La tendencia en estos países, especialmente los Estados Unidos, es la venta de productos orgánicos en supermercados, donde la demanda por calidad y volumen es alta, pero donde los compradores no están interesados en pagar precios más altos que 5 a 10% por productos orgánicos. La estrategia de mediano plazo de los comerciantes para aumentar el consumo de quinua es su inclusión en productos procesados existentes, como cereales para el desayuno y snacks.

Como se ha presentado en el Cuadro 2, Ecuador produce una cantidad inferior de quinua en comparación a Bolivia y Perú. No obstante, el país tiene un rendimiento promedio de 30 a 50% más alto que estos países. De acuerdo con experiencias en otros cultivos, por ejemplo café en Colombia, la competitividad futura del Ecuador podrá depender no solo de la capacidad de aumentar el área bajo producción, sino más bien de aumentar la productividad, calidad y reconocimiento de esta producción. Ecuador tendrá que ganar renombre en los mercados internacionales por la calidad y confiabilidad de su producción orgánica. Para superar esta situación hay que trabajar en el desarrollo de nuevas tecnologías, capacitación y organización de los productores. Solo a través de la organización de la cadena agroalimentaria de los granos andinos, se podrán identificar y fortalecer los puntos estratégicos de producción y comercialización, tanto al nivel nacional como internacional. Dentro de esta estrategia, se tendrá que hacer hincapié en las necesidades particulares de los interesados más marginados: los pequeños productores y su enlace con la industria de alimentos.

Sistemas de producción

En 1984 la quinua estaba en manos de los agricultores más pobres y marginados, y es durante este período cuando se realizó la caracterización de los sistemas de producción en Ecuador. Los sistemas son muy variados, pero se los puede resumir en tres categorías generales: tradicional, semi-intensivo y tecnifica-

do. El sistema tradicional consiste en sembrar quinua en asociación con otros cultivos, principalmente con maíz, papa o haba, en líneas cruzadas por la parcela de estos cultivos o en los contornos de las mismas, o también en parcelas muy pequeñas de monocultivo (menores a 100 m²). La quinua se produce sin aplicar fertilizantes ni plaguicidas. La presencia de plagas o enfermedades es insignificante, en parte debido a la presencia de otros cultivos en la misma parcela. El manejo agronómico se limita a una o dos deshierbas. Para la cosecha, se cortan las panojas y se trilla el grano en forma manual, para luego hacer una limpieza y secado previo al almacenamiento. En algunos casos, luego de la siega de las plantas, los agricultores dejan secar la quinua en patios, cobertizos o junto a cercas o tapias, para luego proceder a la trilla, que se realiza golpeando el grano sobre tendales, mediante el pisoteo de animales o con trilladoras estacionarias (Nieto, 2001).

Bajo el sistema semi-intensivo de producción, la quinua se siembra en lotes de monocultivo con extensiones de 100 a 5.000 m², en los que generalmente se aplican labores culturales más intensas, deshierba, aporque, fertilización y a veces controles fitosanitarios. Las parcelas sembradas con quinua en este sistema frecuentemente se rotan con papa. Si la papa ha sido fertilizada, no se aplica fertilizante a la quinua para aprovechar el residuo de fertilizante del cultivo anterior. Otros sistemas de rotación son lupinus-quinua y haba-quinua, donde se aprovecha la fijación natural de nitrógeno para ahorrar el uso de fertilizantes. La cosecha se hace en forma manual y la trilla empleando trilladoras estacionarias en el campo. Luego se realiza un secado y clasificación de granos para el almacenamiento y venta en mercados locales.

Un tercer sistema de producción es el que se podría llamar tecnificado. Se usa en parcelas grandes de monocultivo de hasta 10 ha, en las cuales los productores usan fertilizantes químicos y se realizan aporques con tractor o yunta. Una variante de este sistema es la siembra de alta densidad (20 kg de semilla/ha), la aplicación de una alta fertilización y herbicida pre-

emergente, para no deshierbar ni aporcar. La cosecha se hace con corte y recolección de plantas manualmente y se realiza la trilla estacionaria o combinada, con labores de corte, trilla y ensacado de grano en forma simultánea. Una condición para este último caso es que los terrenos sean planos o con pendientes no superiores al 3%.

Además, existe la siembra de quinua asociada con múltiples cultivos en toda la Sierra, con mayor frecuencia en la zona norte (ESPOCH, 1984). En esta zona la asociación más frecuente es quinua-papa y quinua con tubérculos menores y habas. En La Esperanza, Ibarra, se observó un cultivo múltiple, compuesto por 13 especies en un área de 300 m²: quinua, amaranto, oca, melloco, zanahoria blanca, papa, jícara, camote, achoccha, zapallo, chocho, habas y maíz, considerado como un jardín botánico abastecedor de alimentos durante todo el año. Más de la mitad de los agricultores en la zona Sur (Chimborazo, Cañar y Azuay) y Centro (Cotopaxi y Tungurahua) no practican la siembra de quinua en asociación con otros cultivos. Las rotaciones más frecuentes son quinua después de cebada, papa, maíz, trigo y en menor porcentaje con tubérculos y pastos.

A partir de los años 90, los sistemas de producción de quinua comenzaron a incluir productores de mediana y gran escala que practican monocultivo con insumos externos. En la producción convencional en monocultivo, comunmente se siembra la quinua después de la papa, cultivo que recibe abundantes cantidades de fertilizante y aplicaciones de plaguicidas. Luego, se siembra la quinua que se desarrolla sin insumos adicionales.

Según los productores de quinua orgánica, las mejores siembras de quinua ocurren en terrenos vírgenes, después de que el terreno haya descansado por un mínimo de cinco años o después de una leguminosa, como el chocho. El chocho fija nitrógeno, no es hospederero de plagas de quinua y tapa el suelo, y evita así el establecimiento de malezas.

Producción orgánica

En quinua se han investigado varios aspectos agronómicos y de la producción del cultivo (Mujica y Jacobsen, 1997; Mujica et al., 1998, 2000a), producción de semillas (Nieto et al., 1986a; Jacobsen y Bach, 1998; Mujica y Jacobsen, 2000), valor nutritivo (Repo-Carrasco et al., 2001), cosecha y poscosecha, (Nieto y Vimos, 1995; Jacobsen et al., 1997; Jacobsen y Mujica, 1999; Mujica y Jacobsen, 1999a,b) y usos (Jacobsen y Mujica, 2002a; Berrios et al., 2001; Jacobsen y Mujica, 2000; Mujica et al., 2000b). Además, recientemente, el proyecto ERPE-FECD ha ganado experiencia empírica con la producción de quinua orgánica con productores de escasos recursos. Tal experiencia, resumida en el Anexo C, sirve para orientar los recursos existentes para un mayor avance con la innovación hacia sistemas orgánicos.

No obstante, debido a otras prioridades de los centros de investigación y las universidades, existe un vacío tecnológico para la producción orgánica de quinua y otros cultivos andinos, el que debe ser superado de forma urgente, a partir de investigación aplicada de tecnologías alternativas, de acuerdo con los sistemas continuamente cambiantes. Es necesario, por lo tanto, tomar la quinua como base e investigar en sistemas de rotación, cultivos asociados, uso de abonos orgánicos, manejo integrado de plagas (MIP) y la práctica de sistemas de labranza mínima. Para lograr los retos de producción y productividad, tales esfuerzos necesitan estar complementados con la búsqueda continua de nuevas variedades mejoradas y ecotipos locales, que respondan a estas formas alternativas de producción.

Cosecha y almacenamiento

La cosecha es una etapa particularmente importante en el cultivo de quinua que merece atención especial. En sistemas tradicionales la cosecha de quinua es manual; ésta involucra arrancar la planta, y luego ponerla en parvas para secar. En un período de 10 a 14 días se

sigue con la trilla, colocando las plantas en el suelo y permitiendo que los animales paseen por encima de las panojas; así, se quiebran las panojas y se liberan las semillas. En este proceso existen varios problemas que afectan la calidad final del producto. Por ejemplo, ratones y ratas entran en las parvas, donde contaminan el producto con heces y orina. A esto se suma que durante el proceso de trilla las plantas se contaminan debido a su contacto con el suelo, piedras y excrementos. El resultado es que el producto no cumple con los estándares de calidad de los mercados nacionales e internacionales.

Existe un conjunto de alternativas sanitarias para evitar la contaminación. En lugar de arrancar plantas con raíces y tierra, se las puede cortar con hoz o con máquinas diseñadas para este fin. En lugar de poner las plantas en parvas, se debe efectuar la cosecha apenas los granos estén maduros y se debe trillar inmediatamente. Durante la trilla, se deben emplear lonas para evitar que los granos tengan contacto con la tierra. A través de tal procedimiento, se pueden controlar los contaminantes a niveles mínimos aceptables.

Después de la trilla se debe secar el grano al sol para que pierda humedad y para que las larvas de plagas aún presentes se deshidraten y mueran. En ningún caso se debe almacenar semillas con más del 12% de humedad, pues se producen fermentaciones que perjudican la calidad de las mismas. Se efectúa una limpieza y clasificación para mejorar la presentación y la calidad comercializable, puesto que las semillas sin impurezas pueden ser comercializadas como quinua perlada, mientras que las semillas pequeñas y dañadas son usadas para la elaboración de harinas y otros productos procesados.

Existen diversas formas de trillar la quinua (Cuadro 3). La trilla manual tiene una capacidad baja y produce altos niveles de impurezas en relación con los métodos mecanizados. Las trilladoras estacionarias tienen una capacidad aceptable, y el producto final es limpio, pero éstas siempre tienen que ser modificadas para la quinua, pues se debe adaptar el tamaño de los tamices, la entrada de aire y las revoluciones

para una trilla adecuada. El proyecto FAO-Poscosecha ha trabajado con varias trilladoras, fabricadas en los EEUU, Holanda, Dinamarca, Colombia, Perú, Brasil y otros países, tratando de ensamblar de la maquinaria en Ecuador, para que sea más económica. FAO recomienda usar maquinas a diesel, que son más fuertes, baratas, y menos contaminantes.

Procesamiento y comercialización

La quinua se comercializa de manera procesada y sin procesar. En el segundo caso, en los canales de comercialización intervienen intermediarios a varios niveles, los cuales encarecen el precio del producto, sin incluir ningún valor agregado. La comercialización de quinua

Cuadro 3. Parámetros de funcionamiento de algunas máquinas y métodos para la trilla de quinua (Moncayo y Nieto, 1990)

Trilladora o método	Capacidad (kg/h)	Desperdicios (%)	Impurezas (%)	Germinación grano (%)
Combinada *	150 a **	9,4 b	11,2 b	91 a
Modelo INIAP	36 b	5,0 a	5,1 a	90 a
Pullman	36 b	4,6 a	3,7 a	91 a
Kincaid	22 bc	3,8 a	8,7 b	93 a
Manual	2 c	3,2 a	17,3 c	88 a

* Combinada John Deere 960, utilizada como trilladora estacionaria.

** Letras iguales representan diferencias no significativas (Prueba de Duncan al 5% de probabilidad).

Existe la oportunidad de desarrollar un procedimiento mejorado de poscosecha en colaboración con el proyecto FAO-Poscosecha y la industria privada. Éste incluirá la cosecha oportuna con el uso de cortadores, lonas y la disposición de trilladoras mecanizadas adaptadas para la quinua (Arguello et al., 2001). El Proyecto FAO-Poscosecha ha diseñado silos metálicos de distintas capacidades de almacenamiento, que fluctúan entre 1 a 40 qq (45 a 180 kg), y ha formado técnicos locales en la construcción de estos silos a lo largo de la Sierra. En Loja hay tres de estos técnicos disponibles, y uno en Chimborazo, Imbabura y Cotopaxi, respectivamente. Hasta el momento se han producido en Ecuador más de 16.000 silos metálicos o plásticos, y otros tipos de contenedores, lo que ha reducido la pérdida de poscosecha en más de 1.000 t, entre papa y granos. Se estima que la capacidad actual de almacenamiento es de aproximadamente 6 t (Edwardson, 2001).

procesada es más directa, pasando del procesador directamente al distribuidor final. En todo caso, el precio alto de la quinua que debe pagar el consumidor en gran medida se debe a la escasa oferta y por otra parte, debido a los costos de procesamiento y comercialización.

La cáscara del grano de quinua contiene una alta cantidad de saponinas, un compuesto químico de sabor amargo que, en forma concentrada, puede llegar a ser tóxico para los animales (Jacobsen et al., 2000a). Tradicionalmente, los productores desaponifican la quinua a través de un proceso de lavado en agua, usando cerca de cinco galones de agua por cada libra de quinua limpiada. En grandes cantidades, tal proceso puede contribuir a una contaminación ambiental significativa. Existen alternativas a la desaponificación por agua, como el uso de escarificadoras (también conocidas como pulidoras) en forma seca o en combinación de la forma pulida y lavada con agua.

La compañía Nestlé en Ecuador desarrolló una maquina pulidora de quinua en seco, tecnología que fue comprada por la industria Inagrofa. Otras industrias, como Agrolec y Más Corona, tienen maquinas similares, pero de 1.810 t (1.500 t en Inagrofa, 200 t en Agrolec y 110 t en Más Corona). Se necesita incrementar la capacidad de procesamiento de la quinua sin dañar el medio ambiente, que se enfoque de un proceso seco o una combinación de pulidora y lavadora. Una oportunidad de añadir valor agregado al procesamiento de quinua no explorada hasta la fecha es el desarrollo de mercados para la saponina, que puede ser utilizada como un plaguicida botánico, jabón natural y medicina.

La quinua es un cultivo que permite la preparación de diversos productos y subproductos para la alimentación humana y animal. Productos potenciales de quinua incluyen semillas desamargadas (perlas), harina, hojuelas, musli, pops, snacks, dulces, leche vegetal, carne vegetal, tempeh y tofu. (Jacobsen, 2001; Jacobsen y Mujica, 2000; Robalino y Peñaloza, 1988). La empresa privada de Ecuador ha puesto en el mercado varios productos que tienen como base la quinua. Los más sobresalientes son: quinua escarificada, harina integral y mezclas de harina de quinua con harina de otros productos, quinua en papillas para alimentación de infantes, quinua reventada y en hojuelas con varios sabores y presentaciones, lo cual significa un avance en el desarrollo del rubro.

A finales de los años 80, el INIAP formó una empresa rural campesina en Guamote, Chimborazo para producir, procesar y comercializar quinua y otros cultivos nativos (Nieto y Vimos, 1995). El proyecto logró asociar a más de 20 comunidades rurales, cada una con un promedio de 50 familias. En esta empresa rural se emplearon diversos procesos y métodos tecnológicos desarrollados para la producción, cosecha, poscosecha y procesamiento industrial de la quinua. Se llegaron a producir varios productos terminados, como quinua escarificada y harina. Lamentablemente, debido a problemas de organización entre los participantes

y la falta de capacidad para lograr una productividad financiera durante su época de duración, el proyecto no logró sostenerse. Desde su cierre, algunas actividades se paralizaron y en la última década la producción y procesamiento de granos en Guamote decayeron. Recientemente, el proyecto de exportación de ERPE ha estimulado nueva actividad en la zona.

Costos de producción

Nieto y Andrade (1991) publicaron resultados de un análisis de la comercialización de la quinua en Ecuador, los que mostraron eran los productores de quinua en su mayoría son agricultores a pequeña escala, quienes utilizaban tecnologías tradicionales, casi sin uso de insumos externos o maquinaria. En ese entonces la quinua fue un cultivo marginal, utilizado para autoconsumo, y que tenía una falta de infraestructura para el procesamiento y almacenamiento de la semilla. La demanda en toneladas en 1989 fue calculada en 3.614 t (Cuadro 4)

Cuadro 4. Demanda de quinua (t) (1989)

Criterio	Cantidad (t)
Demanda de consumo directo	2.879
Demanda de la industria:	131
Exportación	199
Subtotal	3.209
Demanda de semilla (15 kg/ha)	69
Pérdida de producción, 10%	337
Demanda total (t)	3.614

El precio del mercado global está amenazado actualmente por Bolivia, país que dispone de quinua orgánica a un precio de \$800 a 1.000/t, mientras que el precio hasta hoy de ERPE e Inagrofa ha sido \$1.500. La solución puede ser incrementar la productividad y gradualmente reducir el precio al agricultor. Inagrofa y ERPE ofrecen a sus productores precios relativamente inflados, pagando \$28 y \$35, respectivamente. Los siguientes cálculos

(Cuadros 5 y 6) sirven para estimar la utilidad neta para el agricultor y para la empresa ecuatoriana, con diferentes niveles de costos/ha, rendimiento/ha y precio/qq. Estas figuras corresponden al rango presentado por varias instituciones y empresas.

Aun bajo un precio por quintal de quinua significativamente reducido, según los costos de producción y la productividad, la situación podría ser aceptable para el productor. Por ejemplo, para aquellos que tienen costos de producción relativamente altos, será necesario

Cuadro 5. Utilidad neta potencial del agricultor

	Costos/ha	Rend.	Precio/qq (qq/ha)	Ingreso	Utilidad neta (\$)	Utilidad neta (%)
1	210	35	28	980	770	367
2	550	35	28	980	430	78
3	210	35	20	700	490	233
4	210	22	20	440	210	100
5	550	35	20	700	150	27
6	550	22	20	440	-110	-20
7	550	44	16	704	154	28
8	210	44	16	704	494	235
9	550	35	12	420	-130	-24
10	210	35	12	420	210	100
11	550	44	12	528	-22	-4
12	210	44	12	528	318	151

Cuadro 6. Utilidad neta potencial de la empresa (precio global \$800/t)

	Precio (\$/qq)	Precio (\$/t)	Transporte	Subtotal	Merma (15%)	Subtotal	Utilidad neta (\$)	Utilidad neta (%)
1-2	28	616	22	638	96	734	66	9
3-6	20	440	22	468	70	538	262	49
7-8	16	352	22	374	56	430	370	86
9-12	12	264	22	286	43	329	471	143

El Anexo D presenta el cálculo del costo de producción efectuado por el INIAP, lo cual muestra un promedio para los costos directos más los indirectos de \$409. Con ingresos para un rendimiento de 26 qq/ha y un precio de \$30/qq de \$792, la utilidad neta es de 193%. Sin embargo, debido a la caída precipitada en los costos por qq de quinua orgánica en el mercado internacional, ya no es rentable para la industria ecuatoriana mantener sus precios a los productores. En el futuro cercano, el precio al productor tendrá que ser reducido a unos \$16 a 20/qq.

obtener un rendimiento de por lo menos 35 qq/ha. Aun con un precio tan bajo como \$12/qq pagado al agricultor, podría ser rentable para un productor que produce 44 qq/ha.

Obstáculos a la productividad

En Ecuador el promedio de producción por área de quinua se encuentra entre 0,8 a 1,0 t/ha, lo que representa un 30 a 50% más que en Perú y Bolivia. No obstante, la mano de obra hace que la quinua ecuatoriana sea relativamente cara. Según los precios de quinua orgánica provenientes de los otros países (e.g., \$800/t en

Bolivia en comparación con \$1.500/t en Ecuador), para ser competitivo, el Ecuador necesita aumentar su oferta de quinua y mejorar su productividad considerablemente, a lo mejor por un factor de dos (de 1,5 a 2 t/ha).

La estrategia central para lograr este fin será a través de la intensificación de la producción por área y la adopción de ideas y prácticas para mejorar su eficiencia. Con el tiempo, la situación social del país y del manejo de los recursos naturales ha levantado muchas barreras que deberían ser superadas para lograr una mayor innovación agrícola, incluyendo el manejo de la diversidad y potencial genético de germoplasma, plagas y enfermedades, factores climáticos adversos, la degradación de suelos, pérdida de conocimientos ancestrales y el desarrollo deficiente de mercados competitivos.

Diversidad y potencial genético del germoplasma

Debido a los recortes presupuestarios, hoy en día la diversidad genética de los genotipos mantenidos en el Banco Nacional de Germoplasma manejado por el INIAP en Ecuador es muy limitado, incluso se ha perdido mucho material (Gandarillas et al., 1989; Chicaiza, 1999). El INIAP ha desarrollado unas pocas variedades nuevas (Nieto et al., 1986b; 1992). Existe la necesidad de efectuar una selección de germoplasma de quinua que responda a una producción tanto convencional

como orgánica y que satisfaga las exigencias de la demanda nacional e internacional. Se podrá lograr estos fines con el aprovechamiento de germoplasma disponible en el banco de germoplasma nacional y con la introducción de nuevos materiales provenientes de los otros países andinos a través del CIP.

Muchas accesiones ya han sido seleccionadas basándose en diferentes características al nivel de campo. Existe material muy promisorio que en el futuro podría servir para ser seleccionado y sembrado en diferentes condiciones agroecológicas (Cuadro 7). Del total de 590 accesiones disponibles en el país, 470 son de semilla blanca y las demás son de color oscuro. El 2001 el INIAP renovó las 470 accesiones de semilla blanca y se cuenta con diversa información de cada entrada, incluyendo: precocidad, respuesta al mildiu, rendimiento/planta, acame a la cosecha, contenido de saponina, peso de las semillas, respuesta a la granizada, color del grano y color de la panoja. Se dispone de varias líneas promisorias de quinua de bajo contenido de saponina, otras de contenido intermedio y algunas de alto contenido de saponina. Además se dispone de 163 selecciones de quinua (al nivel de panoja) con buenas características agronómicas, resistencia y susceptibilidad a mildiu. En la campaña de 2001, se efectuó una selección de siete accesiones dulces, siete semi-dulces y siete amargas, que actualmente en 2002 están sembradas en 11 localidades de la Sierra ecuatoriana.

Cuadro 7. Disponibilidad de germoplasma de quinua en Ecuador, por año y fuente de origen (Nieto, 2001; E. Peralta, comunicación personal)

Año	Colectas nacionales	Colectas foráneas	Total disponible
1981	36	0	36
1982	288	0	288
1984	288	45	333
1985	288	81	369
1988	305	106	411
1997	283	116	399
1999	283	207	490
2002	283	307	590

Plagas y enfermedades

La enfermedad principal en la quinua es el mildiu (*Peronospora farinosa*). Para el manejo de esta enfermedad, es esencial utilizar semilla limpia y variedades resistentes. En caso de presentarse enfermedades en el campo, hay que efectuar una eliminación temprana de las plantas enfermas. En el caso de exceso de humedad, que empeora el problema de mildiu, se pueden instalar drenes cada 30 m, siguiendo las curvas al nivel del terreno para evitar anegamiento. Como control orgánico, está permitido utilizar una mezcla de un caldo bórdales (2 kg de cal viva, 4 kg de sulfato de cobre en 200 litros de agua) o ceniza vegetal (2,5 kg/200 l de agua) en forma preventiva. Al mediano plazo, el Proyecto de Resistencia Duradera en la Zona Andina (PREDUZA de la Universidad de Wageningen), que en quinua incluye los países Bolivia, Perú y Ecuador, está buscando resistencia horizontal contra mildiu (Gamarrá et al., 2001; Ochoa et al., 1999).

En el caso del ataque de plagas, es necesario efectuar controles preventivos. Las principales plagas que afectan la quinua en Ecuador son especies del trozador o gusano alambre (*Agrotis* sp.). Cuando se observen adultos de este gusano o de la kcona kcona (*Eurisacca quinoae*), la plaga más importante en Perú y Bolivia, volando en el campo, se tienen que poner trampas de luz en las noches (10 trampas de color amarillo/ha) o usar atrayentes y feromonas como trampas para evitar la postura de huevos y posterior emergencia de larvas, el estado de vida cuando las especies consumen hojas, inflorescencias y semillas de quinua. Si aún aparecen larvas, se deben efectuar tratamientos de insecticidas orgánicos en los primeros estadios de la larva, cuando ésta es más vulnerable. Los biocidas más conocidos son el extracto acuoso de neem (*Azadirachta indica*), que se vende con los nombres comerciales de Azatina al 3%, Margosan (8 a 10 kg./400 l de agua y 4 kg. de jabón negro/400 l de agua) (Suquilanda, 1995). De igual forma, los agricultores han experimentado éxito con extractos acuosos de ciertos vegetales natu-

rales, como el piretro (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), muña (*Satureja perviflora*), ñacathola (*Baccharis incarum*), umathola (*Parastrephia lucida*), ccamásayre (*Nicotiana tabacum*), molle (*Schinus molle*), chachacomo (*Polylepsis incana*), los cuales deben ser aplicados a medio día cuando se incrementen las temperaturas.

En caso de otros insectos, puede efectuarse un control mecánico cuando la incidencia no sobrepase el umbral económico (5 larvas por planta). Además, se puede emplear un control biológico, a través del restablecimiento de poblaciones naturales de *Copidosoma coheleri*. Un aspecto importante es el control que efectúan las aves sobre todo en los últimos estadios de las larvas, por lo que debe ser estimulado hasta cierto grado el control ornitológico del pájaro kcona kcona. Sin embargo, ciertas aves pueden ser plagas importantes. Está demostrado en Perú que éstas pueden ocasionar una reducción del rendimiento del 60% (Robles et al., 2001). Varios tratamientos reducen el daño producido por pájaros por períodos limitados, como tiras de papel aluminio o cintas de cassette de música; sin embargo, se deben buscar nuevas soluciones para este problema.

Factores climáticos adversos

La agricultura en la región andina está expuesta a diversos factores climáticos adversos como sequía, heladas, viento y granizo, alto contenido de sal en el suelo, y erosión del suelo, los mismos que complican el desarrollo agrícola de la región. Además, esta zona tiene una reducción atmosférica de presión de CO₂ de un 30 a 50% en comparación con el nivel del mar, implicando una productividad de cultivos generalmente baja (Vacher et al., 1988; Morlon y Vacher, 1991).

Se ha sembrado quinua en la región andina de Bolivia, Perú y Ecuador en condiciones de baja precipitación, bajas temperaturas, alta radiación solar, heladas que se presentan por la noche y un amplio rango de pH de suelo durante miles de años (Risi y Galwey, 1984). La quinua tiene resistencia pronunciada a los principales factores abióticos adversos de los

Andes altos: la sequía, el frío y los suelos salinos (Jensen et al., 2000; Mujica y Jacobsen, 1999c). Todos los mecanismos de sequía, incluido el escape, la tolerancia y el evitar la sequía, se encuentran en esta especie, aunque no todos están presentes en todos los genotipos. La quinua escapa a la sequía principalmente por precocidad, que es importante en áreas donde el riesgo de sequía aumenta hacia el final de la época de crecimiento (sequía terminal). La quinua puede tolerar la sequía por plasticidad del crecimiento, bajo potencial osmótico, eliminación del área foliar, y comportamiento estomatal, y evita la sequía por presencia de cristales de oxalato de calcio y un sistema radicular profundo y denso.

Siendo un cultivo de clima frío, la quinua puede tolerar temperaturas bajas hasta heladas de 8°C por unas horas (Monteros y Jacobsen, 1999). Sin embargo, los cultivares en Ecuador son adaptados a condiciones de valle andino, es decir con ausencia de temperaturas extremadamente bajas. Las temperaturas ambientales bajas (por debajo de 5°C), especialmente durante la floración, producen esterilidad de polen y falta de fertilización, con la consiguiente disminución o pérdida de la producción.

Otro factor climático que afecta seriamente al cultivo en cualquier época del ciclo es la granizada, cuyos efectos pueden ser devastadores si se presenta cerca de la cosecha. La presencia de vientos también es un problema, especialmente durante la última etapa del ciclo del cultivo. Cuando los vientos son fuertes y persistentes, producen acame del cultivo y desprendimiento y arrastre de semillas de las panojas. Una particularidad en la Sierra, especialmente en la parte norte de Ecuador, es la humedad ambiental durante la época de maduración, que no permite un adecuado secado de los granos en el campo. A veces, el exceso de humedad en épocas cercanas a la cosecha hace que la semilla germine en la panoja, evento que puede producir una pérdida significativa en la cosecha (Nieto, 2001).

El Proyecto Quinua CIP-DANIDA ha investigado los factores abióticos adversos, tanto en el campo como bajo condiciones con-

troladas. A partir de los 60 mejores cultivares de quinua en Bolivia, Perú y Ecuador, con respecto a resistencia general contra diversos factores abióticos adversos y rendimiento, se han seleccionado 14 accesiones promisorias. El desarrollo y lanzamiento de variedades nuevas mejoradas de quinua con mayor resistencia a factores adversos será de importancia para los agricultores andinos, incrementando su rendimiento y seguridad en la producción (Mujica et al., 2001a). Las prácticas culturales alternativas, como época de siembra, distancia entre surcos y densidad de plantas, también pueden tener gran importancia para evitar los problemas potenciales causados por factores de clima.

Degradación de suelos

Con el fin de conservar y recuperar suelos degradados, los métodos biológicos no son suficientes, sino que necesitan ser suplementados con estructuras físicas (Dehn, 1995). Las técnicas para mitigar la erosión de los suelos frecuentemente utilizadas en los Andes de Ecuador son terrazas, zanjas de infiltración y líneas en contorno. Los métodos recomendados para recuperar terrenos erosionados o evitar erosión futura son:

- ♦ Métodos de conservación, como la labranza mínima y cultivos de cobertura, que promueven la cubierta continua del suelo
- ♦ Estructuras físicas para impedir el escurrimiento de agua, como barreras vivas, zanjas de infiltración y la siembra en líneas en contorno
- ♦ Terrazas, aunque generalmente no son económicamente viables para los cereales

Pérdida de conocimientos ancestrales

Existen un gran rango de técnicas autóctonas empleadas por los agricultores antes de la llegada de los españoles hace 500 años, las cuales todavía tienen importancia en Bolivia y Perú, pero menos en Ecuador. Ejemplos de la amplia experiencia con tecnologías de manejo son (Mujica et al., 2001b):

- ♦ Andenes (terrazas)
- ♦ Waru warus (camellones)
- ♦ Ccochas (lagunas artificiales conectadas)
- ♦ Canchas (paredes de piedras)
- ♦ Aynokas (campos comunales)
- ♦ Uso eficiente de la humedad del suelo
- ♦ Cultivos asociados
- ♦ Manejo de pisos altitudinales
- ♦ Conservación de tubérculos: chuño, moraya, kjaya, umakjaya, ttayacha, lingly o mallullo
- ♦ Conservación de carnes: chalona, charqui, sesina, kcosñichisca
- ♦ Transformación de productos: quispiño, tacte, cañihuaco, pittu
- ♦ Uso integral de la planta: hojas, planta tierna, inflorescencia, granos, broza, forraje, cenizas, tallos, saponina

La agrobiodiversidad de la quinua conservada y manejada como aynokas son sistemas ancestrales de conservación de recursos genéticos, producción y organización campesina. Tienen por finalidad conservar la variabilidad genética, mantener los ancestros silvestres y mantener la seguridad alimentaria de las comunidades rurales. Esto se basa en el cultivo y manejo de la agrobiodiversidad, variabilidad de especies de la familia de las Chenopodiaceae, variabilidad de genotipos dentro de cada especie, suelo, clima, topografía y sistema de cultivo, con una variación adecuada de fechas de siembra. Así como la distribución y conducción de parcelas familiares dentro de la propia comunidad, haciendo un bloque de cultivo debidamente zonificado y en base a una rotación de cultivos manejada con mucha precisión y organización propia, efectuando un trabajo comunitario y colaborativo entre sus miembros, incluyendo jóvenes, niños, mujeres y ancianos (Mujica et al., 2002).

Estos sistemas de cultivo son difundidos en el altiplano peruano-boliviano, no solo como una forma de mantener la diversidad genética de la quinua, incluyendo los parientes silvestres, sino como un mecanismo de defensa contra la adversidad climática, principalmente debido a las heladas, granizadas, sequía y baja

fertilidad de los suelos o contenido de sales. También permite asegurar la producción a través de la diversidad de formas, características agronómicas, colores y comportamiento fenológico de la especie.

Poca competitividad de mercados

El gran inconveniente en la producción y comercialización de cultivos andinos en estos países es la falta de elaboración de productos con un valor agregado. En la mayoría de los casos, solo se vende la semilla desaponificada. En Bolivia se ha exportado por veinte años la quinua Real, que es el ecotipo de quinua que crece bajo condiciones extremadamente difíciles en el sur del altiplano boliviano, con solamente 200 mm de lluvia anual. En Perú la exportación casi no existe debido al aislamiento del país en el período de terrorismo (1979 a 1993). Recientemente, en los últimos cinco años, la industria ha elaborado nuevos productos para el mercado nacional, como musli andino, que cumplen los estándares exigidos por los exportadores con respecto a una declaración de contenido, análisis de valor nutritivo y sanidad en la producción.

En relación con Bolivia y Perú, el Ecuador es un país mucho menos importante en la producción y comercialización de quinua. El país ha intentado abrir mercados internos y externos, pero únicamente con la semilla. Sus usos posibles han sido descritos por Muñoz et al. (1990) y Peralta (1994), no obstante, se debe enfocar mucho más en el tema de desarrollo de nuevos productos, especialmente aquellos que puedan ser consumidos por la población urbana y tener un potencial en el mercado de exportación.

Otros limitantes

Otros limitantes son un ineficiente sistema de comercialización, que ha favorecido al intermediario y al consumidor; un ineficiente sistema de extensión agropecuaria; falta de un sistema de seguro agropecuario; presencia exagerada del minifundio, colonización desordenada,

invasiones de tierras no aptas para la agricultura, urbanismo en tierras agrícolas y una presión de grupos de poder, como hacendados, ganaderos y madereros, que han realizado un uso irracional de los recursos naturales.

Sistemas de producción de semilla

No existe un sistema de producción de semilla certificada en Ecuador. El país no ha establecido normas para el manejo y uso de las generaciones de semilla genética y básica; tampoco existe un sistema oficial de certificación. De acuerdo con los sistemas existentes en otros países, las normas por las diferentes categorías de semilla deben ser definidas por el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN) y un sistema de certificación debe ser administrado por el MAG. El INIAP debería estar a cargo del mantenimiento y la producción de las primeras generaciones de semilla de las variedades comerciales.

Debido a la ausencia de un sistema de certificación, la semilla de quinua que circula en Ecuador es simplemente seleccionada y de una categoría no convencional y artesanal. INIAP vende unas 40 qq de quinua seleccionada por año, también Inagrofa y Tecnisemillas ofrecen esta categoría.

es que el agricultor mismo seleccione su propia semilla en su chacra, de las mejores plantas, con el fin de tener una buena calidad de semilla para sembrar el año siguiente. A veces la producción de semilla se efectúa por unos agricultores especialistas de la comunidad. Los principales criterios de selección de los agricultores son los siguientes: rendimiento, grano blanco, buen porte de la planta, panoja robusta, precoz, grano grueso, planta alta, tallo grueso, planta normal, panoja compacta, color amarillo, planta baja, vigorosidad y planta sin ramas.

Producción actual y potencial

En Ecuador la mayoría de los agricultores son propietarios (Cuadro 8), lo cual les da considerable control sobre el uso de su tierra. El cultivo de quinua en Ecuador ha sido tradicional a lo largo de la Sierra. El rango altitudinal de adaptación de la quinua es de 2.400 a 3.800 msnm, pero las mejores opciones para el cultivo se encuentran entre los 2.600 y 3.400 msnm. Según los estimados del Programa de Leguminosas y Quinua del INIAP, las principales áreas de producción son las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y Carchi, y llegan a un área total de 2.000 ha por año.

Cuadro 8. Tenencia de la tierra (% del total)

Formas	Zona Norte	Zona Central	Zona Sur	Promedio
Propietario	96,2	87,7	98,6	94,2
Arrendatario o partidario	3,8	12,3	1,4	5,8
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Zona Norte: Carchi, Imbabura, Pichincha
 Zona Central: Cotopaxi, Tungurahua
 Zona Sur: Chimborazo, Cañar, Azuay

Existen diferentes sistemas de selección de semilla (Nieto et al., 1986a). Las variedades mejoradas están difundidas y propagadas por el INIAP, pero luego entran en el sistema tradicional. La semilla mejorada de quinua se está vendiendo por \$ 62/qq (\$1,4/kg). Lo tradicional

Debido a que la quinua tradicionalmente ha seguido la papa en los sistemas de rotación, una forma sencilla de estimar el área potencial de la quinua en Ecuador es calcular el área total de la papa, lo cual ha sido cuidadosamente documentado en unas 66.000 ha/año (Cuadro 9). Está demostrado, también, el rendimiento de la

papa, indicando diferencias en productividad por provincia, debido a diversos factores agroecológicos y socioeconómicos. Los resultados de un estudio del INIAP, que consideró tres rangos de limitaciones particulares para la producción de quinua, se presentan a continuación en donde se aprecia el potencial para la producción de quinua (Cuadro 10).

De acuerdo con estos criterios, se puede estimar que el área potencial de la quinua en Ecuador se encuentra entre 66.000 ha (lo que corresponde al área actualmente ocupada con

papa) y 87.000 ha (área potencial que no tiene limitaciones para la quinua). No obstante, mientras que comúnmente se cultiva la papa entre los 2.700 a 3.400 msnm, se puede cultivar la quinua hasta 3.800 msnm, lo cual amplía su área potencial. Además, la quinua tiene menos demandas de fertilidad de suelo en relación con la papa. De esta manera, es real argumentar que el área potencial para el cultivo de quinua en Ecuador es de 90.000 ha, lo cual corresponde a la tercera parte del área total en la Sierra de cultivos anuales (Figura 1).

Cuadro 9. Superficie y rendimiento de la papa por zonas y provincias en 1997 (adaptado de Herrera et al., 1999)

Zona	Superficie (ha/año)	Rendimiento (t/ha)
Carchi	13.190	12,58
Imbabura	2.190	3,21
Pinchincha	3.620	11,60
Zona Norte	19.000	9,13
Cotopaxi	10.340	7,26
Tungurahua	8.760	10,85
Chimborazo	16.230	9,26
Bolívar	5.270	5,07
Zona Central	40.600	8,11
Cañar	3.380	2,97
Azuay	1.970	7,40
Loja	680	3,22
Otros	280	6,32
Zona Sur	6.310	4,53
Total Nacional	65.910	8,96

Cuadro 10. Área potencial de quinua en Ecuador (Yugcha, 1996 a y b)

Zona	Sin limitaciones		Limitaciones ligeras		Limitaciones importantes	
	ha	%	ha	%	ha	%
Túlcan-Ibarra	24.518	28	20.869	34	23.862	26
Quito-Latacunga	55.145	63	25.912	42	45.529	48
Riobamba-Cañar	6.560	8	9.430	15	20.951	22
Cuenca-Loja	633	1	5.371	9	3.936	4
Total	86.856	100	61.582	100	94.341	100

La producción de chocho y amaranto

Chocho

El grano de chocho se puede consumir como producto fresco en sopas, cebiches, ajíes y leche vegetal. Actualmente se han validado al menos 60 recetas a base de chocho. Es un buen sustituto de productos de origen animal como carne, leche y huevos (Villacres et al., 1998; Chavez y Peñaloza, 1988). En Ecuador, el chocho lo consume principalmente la población urbana de la Sierra (80% de la producción) y la costa (19%). La forma de consumo está limitada al consumo de grano entero con maíz tostado, cebiches y ají.

La desventaja del chocho es su contenido de alcaloides en el grano. El sistema artesanal de desamargar consta de tres fases: hidratación, cocción y lavado. La hidratación se realiza en 24 horas y generalmente en agua de acequias o vertientes, y en muy pocos casos se utiliza agua potable. La cocción se realiza en cocinas de leña o a gas, y dura una hora. El lavado se realiza en agua corriente de acequias o vertientes durante un período de cuatro a cinco días. El tiempo total para el desamargado artesanal incluye cinco a siete días.

Se estima que la demanda insatisfecha de chocho desamargado es de 59% y que la demanda potencial actual es de 10.600 t a nivel nacional, la misma que crecerá en los próximos años (Caicedo et al., 2001). Existe un mercado potencial para la producción de materia prima (grano amargo) y grano desamargado, ya que la producción actual solo abastece el 41% de la demanda. Para el mercado internacional se espera una demanda creciente si la competitivi-

dad está dada en función de tres aspectos: sistema competitivo del país, capacidad de la empresa de adaptarse al mercado externo y conocimiento de los mercados.

El costo de la producción de una hectárea de chocho amargo es \$300, y el precio promedio de chocho amargo destinado para el mercado nacional es \$572/t. El precio de venta es \$700/t. En el mercado internacional se espera vender chocho orgánico procesado, pero se necesita establecer una serie de estudios de mercado y estrategias de mercadeo y además una capacidad establecida para la certificación orgánica. El precio tentativo FOB (Free of Board) para el mercado externo es de \$1.000/t.

En Ecuador el cultivo de chocho está ubicado en una franja altitudinal que va desde 2.500 msnm, paralela al área cerealera, hasta 3.400 y hasta 3.600 con riesgos de heladas y granizadas. Por lo general el chocho es una planta de clima moderado; la planta adulta es resistente a heladas, pero la planta joven es muy susceptible a las mismas (Caicedo y Peralta, 2000). En el Cuadro 11 se presentan las cifras del área potencial del chocho en Ecuador, la que ha sido estimada por Yugcha (1988; 1996b; 1997).

El chocho seguido de cereales y otros cultivos es el sistema más importante en Chimborazo y Pichincha, mientras Imbabura tiene chocho seguido de maíz, cereales (cebada, trigo), leguminosas (vicia, lenteja pusa, fréjol) y papa. En cuanto a producción, el rendimiento promedio, por un tamaño promedio de la chacra de 0,97 ha, es 317 kg ha. Este rendimiento bajo se debe al ataque de plagas y enfermedades, falta de semilla de calidad y

Cuadro 11. Area potencial de chocho en Ecuador (Yugcha, 1988; 1996b; 1997)

Zona	Sin limitaciones		Limitaciones ligeras		Limitaciones importantes	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Túlcan-Ibarra	14.473	16	16.851	32	10.168	16
Quito-Latacunga	59.368	68	16.564	31	23.247	37
Riobamba-Cañar	13.817	16	19.639	37	29.274	47
Cuenca-Loja	0	0	0	0	164	0
Total	87.658	100	53.054	100	62.853	100

manejo deficiente de la fertilidad del suelo (Moncayo et al., 2000). De la producción total, el 82% se dedica para la venta, 8% para consumo familiar y 10% para semilla. Así que el autoconsumo no es significativo.

Las plagas más importantes en el chocho son el trozador (*Agrotis* sp.), barrenador (*Melanagromyza* sp.), gusano de la vaina (*Eryopiga* sp.) y trips. Pocos agricultores realizan un control de estas plagas. Las principales enfermedades son mancha anular (*Ovularia lupinicola*), antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) y roya (*Uromyces lupini*), además de *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum* (Moncayo et al., 2000; Castillo y Ochoa, 2001; Rivadeneira et al., 2001, Rivera y Gallegos, 2001).

Los costos de producción se observan en el Cuadro 12. El menor costo de producción corresponde a Chimborazo y el más alto a Imbabura. El mayor rendimiento y relación beneficio costo está en Cotopaxi.

Los problemas de la producción y poscosecha de chocho se pueden resumir en los siguientes puntos (Moncayo et al., 2000):

- ♦ Falta de variedades mejoradas
- ♦ Falta de semilla de calidad
- ♦ Suelos erosionados y con bajos niveles de fertilidad
- ♦ Utilización inadecuada de maquinaria agrícola
- ♦ Ataque de plagas y enfermedades
- ♦ Desconocimiento sobre épocas y sistemas de siembra, aporques etc.
- ♦ Maduración desuniforme y pérdida de calidad del grano

Cuadro 12. Costos de producción y beneficios del chocho, \$/ha (1997:\$1/S.3500) (Moncayo et al, 2000)

Concepto	Chimborazo	Cotopaxi	Pichincha	Imbabura
Costos (C)				
Preparación de suelo	37	63	66	95
Siembra	8	20	16	9
Labores culturales	25	9	53	65
Cosecha/poscosecha	65	65	58	71
Total C	134	157	194	239
Beneficios (B)				
Rendimiento, kg/ha	330	423	379	349
Precio, \$/kg	1,1	1,1	1,1	1,1
B bruto, \$/ha	377	483	433	399
B neto, \$/ha	243	326	239	160
B/C	1,8	2,1	1,2	0,7

- ♦ Falta de sistemas apropiados de clasificación del grano
- ♦ Método deficiente de desamargado

Amaranto

El rendimiento del amaranto en condiciones experimentales es de 2.000 kg/ha, pero es inferior en los campos de los agricultores. El INIAP indica que el período de crecimiento es de cuatro a seis meses, con un rendimiento de 640 a 3.750 kg/ha, específicamente para la variedad INIAP Alegría, selección de la variedad Alán García de Cuzco, Perú (Monteros et al., 1994). Previamente, otras líneas han sido estudiadas (Rivera y Peralta, 1988; Andrango et al., 1988; Andrango, 1990). El amaranto presenta un rango de adaptación entre 1.500 y 2.800 msnm, es decir que puede ser cultivado en los valles bajos de la Sierra. Las localidades más

aptas están situadas entre los 2.000 y 2.600 msnm. Las plagas más importantes son los gusanos trozadores, que son larvas de Lepidoptero del género *Agrotis*, y los gusanos cortadores del género *Feltia*. Las enfermedades más importantes son el mal de semillero (causado por *Pythium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia*), que se presentan en el primer mes del cultivo, y sobre todo en suelos con mucha materia orgánica o anegados. En el estado de planta adulta el problema principal es el ataque de una enfermedad causada por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*.

Los usos del amaranto son varios, normalmente dividido entre amaranto hortaliza, donde se utilizan las hojas, como en Africa, o amaranto en grano. Las semillas se utilizan en sopas, turrone, refrescos, reventado y dulces, y se hace pan, pasta y galletas. La economía del amaranto se muestra en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Costos de producción y utilidad del amaranto por ha (Monteros et al., 1994)

Rubro	\$
Costos directos	420
Costos indirectos	113
Costos totales	533
Ingresos (1600 kg/ha, \$ 0.5/kg)	800
Utilidad	267
B/C	1,5

Pautas para la producción orgánica de los granos andinos

A continuación, resumimos los temas agronómicos que necesitan atención especial para lograr un programa sostenible de producción orgánica de los granos andinos.

- ♦ Germoplasma -- Selección de germoplasma de quinua que responda a métodos de producción orgánica y que satisfaga las exigencias de calidad de la demanda internacional. Esta actividad se debe basar en el uso de germoplasma de quinua nativa del Banco Nacional de Germoplasma de INIAP e introducido de los otros países andinos. Muchos de estos materiales ya han sido seleccionados sobre la base de diferentes características al nivel de campo por una o dos generaciones, por lo que las pruebas de adaptación y selección se podrán hacer directamente al nivel de finca, con la participación de agricultores organizados en grupos de investigación participativa.

- ♦ Productos biológicos -- Identificación y prueba de la efectividad de productos biológicos (plaguicidas, fertilizantes y otros). Es necesario probar dosis, épocas de aplicación, y frecuencias de aplicación y evaluar la reacción fisiológica de la planta, la respuesta agronómica del cultivo, el porcentaje de combate a la plaga o enfermedad y los costos de aplicación del insumo. Se debe utilizar un diseño experimental con la inclusión de testigos. Algunas de estas pruebas se pueden realizar al nivel de invernadero o estación experimental, pero se debe ejecutar la mayoría al nivel de parcelas en las comunidades campesinas. Esta modalidad de trabajo debe permitir la interacción directa de los agricultores participantes en todo el proceso de experimentación, así como en la utilización de los resultados.

- ♦ Siembra y labores culturales -- Optimizar la preparación de suelos, tanto artesanal como mecánica. Optimizar la producción y utilización de semillas de alta calidad. Selección de variedades o ecotipos de quinua, con potencial para la producción orgánica. Validación de opciones tecnológicas mecanizadas, o semi-mecanizadas (a tracción animal), para siembra y labores culturales (deshierbe y aporques) y cosecha de quinua. Efectuar estudios de aplicación directa en surcos, y el manejo de fertilizantes en labranza mínima. Optimizar el manejo de animales.

Optimizar las labores culturales con respecto al tiempo y frecuencia. ¿Cómo controlar las malezas, y aprovechar en la mejor forma la presencia de malezas y sus usos benéficos, sin dañar al cultivo principal? ¿Qué efecto tiene el aporque en diferentes cultivares, y en diferentes zonas de cultivo? Estudiar labores culturales (densidad y época de siembra) y cultivares, que pueden reducir el daño causado por enfermedades y plagas. Definir un manejo integrado de enfermedades y plagas, y estudiar productos biológicos, que tienen un supuesto efecto positivo.

Definir zonas geográficas en la Sierra donde la quinua pudiera ser un cultivo adecuado y beneficioso para los agricultores. Definir zonas en cada provincia de la Sierra ecuatoriana donde la quinua puede ser sembrada. Del mismo modo estas actividades se realizarán al nivel de finca.

- ♦ Rotación de cultivos -- Validación de opciones de rotación y asociación de cultivos con quinua orgánica. Esto permitirá consolidar a largo plazo la aptitud del suelo y de la finca

para la producción orgánica. Estudiar diferentes rotaciones de cultivos, así como el uso de cultivos de relevo, intercalados y asociados, dentro de las mismas parcelas. Se debe trabajar con cultivos propios de la zona agroecológica de la quinua, especialmente con leguminosas como chocho, haba y arveja, y con tubérculos y raíces andinas como melloco, oca y zanahoria blanca.

♦ Poscosecha -- Determinación y aplicación de un proceso integral de manejo poscosecha y procesamiento de quinua orgánica. Optimizar la calidad de la semilla, y minimizar pérdidas, y cumplir los requisitos de calidad del mercado internacional. Esta actividad

debe estar encaminada fundamentalmente a cumplir los requerimientos de las certificadoras internacionales en materia de proceso agroindustrial y a definir en forma técnica el manejo y reciclaje del subproducto del procesamiento de quinua (polvo de saponina), el cual al ser arrojado al ambiente, puede convertirse en un contaminante de aire y aguas. Se deben definir los flujos de productos, subproductos y desechos y buscar alternativas de reciclaje de estos últimos. Se deben calcular los costos, beneficios y rentabilidades de las alternativas en comparación con el sistema de desaponificado por lavado.

Hacia un fortalecimiento de los granos andinos

Situación actual

En el Ecuador existen diversas oportunidades de fortalecer el rubro de los granos andinos, en particular la quinua. Para ser efectivo, el diseño de una intervención, como un programa nacional, debería aprovechar los espacios institucionales existentes. Además, necesita orientarse al contexto y las necesidades particulares de los productores y otros actores de la cadena agroalimentaria, como son los certificadores (en el caso de producción orgánica), los procesadores y los consumidores. El país cuenta con ejemplos de desarrollo rural exitosos, que deberían proveer la base metodológica para una intervención dirigida al fortalecimiento del rubro de los granos andinos, con énfasis en la producción orgánica.

Organizaciones involucradas en los sistemas orgánicos de producción de quinua

Hay muchas instancias, entre agencias de desarrollo, entidades de investigación y organizaciones de base y sus proyectos, que impulsan la agricultura orgánica y el cultivo de granos andinos en el callejón interandino del país, de las cuales identificamos 23 que están trabajando en forma directa con los cultivos andinos (Anexo E). Existen diversas experiencias sobre la producción, certificación, procesamiento y comercialización de quinua. Estas iniciativas generalmente operan en forma independiente, por lo cual existe la necesidad de establecer una plataforma de interacción entre dichos actores para aprovechar oportunidades de síntesis y complementariedad. Los líderes de estas organizaciones presentaron distintos puntos de

vista, y encontramos divergencias entre principios, enfoques metodológicos y estrategias de intervención que merecen atención. A continuación proveemos un resumen.

- ♦ Producción orgánica al nivel de cultivo o de finca -- Existe una diferencia marcada entre escuelas de pensamiento nacionales e internacionales. A la mayoría de los compradores de productos orgánicos de Estados Unidos y Europa, les interesa asegurar que el producto entregado sea orgánico y de alta calidad. Como resultado, los sistemas de certificación provenientes de estos países, como BCS y OCIA, se enfocan en el cultivo y su producto. Sin embargo, diversos movimientos nacionales, como SwissAid, PROBIO y Biolatina-Ecuador, están interesados en certificar no solo el producto, sino también la finca entera. Estas organizaciones argumentan que el fin de la producción orgánica no es solo la venta, sino un estilo de vida con la naturaleza que trae otros beneficios, como la mejora en la salud y en aspectos espirituales.

- ♦ Orientación al mercado nacional vs. internacional -- SwissAid y PROBIO han tomado la posición de que generalmente es mejor no arriesgarse en los mercados internacionales, donde los productores no tienen influencia sobre los precios y otros términos de intercambio. Como resultado, estas organizaciones se dedican a fortalecer mercados locales de producción orgánica. A la vez, ERPE y otros han aceptado los riesgos asociados con la competencia internacional y han expuesto el bienestar de sus socios a los mercados de exportación, con la esperanza de ganar mejores precios.

♦ Escala de producción (pequeños vs. medianos y grandes) -- Los agricultores a pequeña escala del país han sido históricamente oprimidos por las clases más poderosas y merecen atención especial para lograr nuevas oportunidades para mejorar su nivel de vida. No obstante, otros argumentan que en la práctica, la única forma realista de ayudar a los pequeños es crear alianzas entre ellos y otros actores más poderosos de la cadena agroalimentaria, como los productores grandes, procesadores de alimentos y supermercados. Así, argumentan el involucramiento de todos los actores, pequeños, medianos y grandes.

♦ Visiones de corto y largo plazo -- La economía de muchos de los pequeños productores demanda estrategias de supervivencia de inversión de corto plazo. Normalmente, los agricultores a pequeña escala no pueden darse el lujo de desaprovechar oportunidades inmediatas, como por ejemplo, una subida en el precio de la papa, que comúnmente demanda el uso de agroquímicos, al costo de perder la certificación orgánica de su finca. Como resultado, muchas organizaciones han experimentado dificultades con la producción orgánica en la Sierra norte, debido a la orientación de los agricultores al mercado. Cuando el precio de la papa incrementa existe la tendencia a abandonar el manejo orgánico de sus fincas.

♦ Enfoque económico hacia la producción por área vs. productividad -- Sin duda, es técnicamente más fácil a corto plazo y socialmente más aceptable para la mayoría de agricultores producir bajo esquemas convencionales de uso de insumos externos. El país ha adoptado una política de desarrollo basada en el aumento de la producción por unidad de terreno y maximización de la rentabilidad, lo cual incluye una promoción explícita e implícita de los agroquímicos. Para contrarrestar esta tendencia, nuevas iniciativas tendrán que buscar mecanismos para maximizar la producción y productividad de los agricultores. Esto puede lograrse a través de tecnologías que mejoren la fertilidad de los suelos a largo plazo y faciliten una intensificación del manejo del cultivo tanto como el desarrollo de mecanismos de precios

más seguros y más altos. Dada la emigración del campo y los nuevos mercados de mano de obra, la mecanización del sistema será imprescindible, especialmente durante épocas de alta demanda de mano de obra, como la siembra y la cosecha.

♦ Un solo eje productivo (quinua) vs. múltiples ejes (incluyendo chocho, amaranto, melloco) -- Generalmente, el FECD ha tenido la política de apoyar un solo eje productivo en los proyectos de desarrollo que financia. Sin embargo, hay que considerar que tal enfoque puede contribuir a distorsiones en los sistemas de producción que ponen en peligro balances ecológicos y la agricultura orgánica. Existe la necesidad de fortalecer diversos cultivos estratégicos en el sistema, para diversificar los riesgos de producción debido a fluctuaciones en el mercado y para evitar los problemas causados por el monocultivo.

♦ Convencional vs. orgánico -- No es realista hablar de una conversión a sistemas orgánicos de producción a mayor escala sin atender los factores que impulsan la agricultura convencional. Durante los últimos 50 años, los agricultores de la Sierra adoptaron los agroquímicos por razones asociadas con cambios biofísicos y socioeconómicos de la realidad andina. Entre otros factores, los fertilizantes y plaguicidas sintéticos permitieron a los agricultores compensar la degradación de los ecosistemas y responder a cambios socioeconómicos como la privatización de terrenos, el paso de la producción colectiva a la individual y la orientación progresiva de la producción hacia mercados de compra. Debido a la incorporación de plaguicidas y fertilizantes sintéticos, los agricultores han logrado aumentar su producción por área y su productividad. A la vez, han bajado los riesgos asociados con la producción agrícola, pero también ha resultado en un deterioro del medio ambiente, efectos en la salud de los agricultores y una dependencia en las empresas agroquímicas. Un programa que demande de los agricultores convertir su producción a un sistema orgánico necesita atender las múltiples razones que promueven los sistemas convencionales. Como el sistema orgánico demanda un período de transición hasta

lograr nuevos balances ecológicos, el proyecto de quinua debería incluir oportunidades de mercadeo de productos convencionales como mecanismo de transición.

♦ **Técnicos externos vs. promotores locales** -- Los sistemas convencionales de extensión han dependido de extensionistas profesionales, normalmente con títulos pos-secundarios al nivel de agrónomo o ingeniero agrónomo, conocidos en la Sierra como *técnicos*. Comunmente, estos profesionales provienen de ámbitos sociales externos, es decir que no vienen del campo o que no son de las mismas comunidades donde operan proyectos de investigación o desarrollo agrícola. Aunque, sin duda, los sistemas de extensión basados en el trabajo de los técnicos han hecho contribuciones importantes al bienestar de las comunidades, tales sistemas han mostrado estar limitados en su capacidad de orientarse a las necesidades locales, entender las motivaciones de los beneficiarios y llegar a un número mayor de productores. Como resultado, en los años 80, las agencias de desarrollo comenzaron a trabajar con promotores locales, quienes normalmente no tenían la educación formal de los técnicos, pero entendían la historia de las comunidades y sus problemas, tanto como las motivaciones de los agricultores. Dados su capacidad de comunicación, empatía con los agricultores y su presencia continua en la comunidad, con formación técnica y apoyo, los promotores han mostrado una fuerte mística por el trabajo y capacidad de lograr cambios duraderos. De este modo, la modalidad de operar proyectos a través de líderes locales puede ser más eficiente que el empleo de agentes externos, y puede facilitar mecanismos de replica dirigidos por actores locales, lo cual permite llegar a un número mayor de comunidades y productores. Como resultado, las iniciativas de intervención deberían lograr enlaces entre técnicos y promotores locales, explotando las oportunidades complementarias entre ellos mismos y sus instituciones.

♦ **Transferencia de tecnologías vs. innovación local** -- Actualmente, la modalidad de desarrollo rural dominante en Ecuador tiene que ver con el concepto de transferencia de tecnología. Este enfoque se basa en el sistema

de "capacitación y visita" promovida por el Banco Mundial en la década de 1970. Dicho enfoque ha sido enfatizado por las políticas de modernización impulsadas en América Latina y que nacen de explicaciones predominantes economicistas sobre los problemas del agro. Tales enfoques operan bajo la suposición de que el problema principal de los agricultores es una falta de tecnología o tecnología deficiente o inapropiada.

Sin embargo, por más de dos décadas expertos en desarrollo rural han criticado fuertemente este enfoque por su negligencia frente los factores sociales que han fomentado la disparidad y la pobreza. Debido a que los sistemas agrícolas son altamente diversos y dinámicos, no es realista esperar que los centros de investigación puedan inventar tecnologías de acuerdo con las demandas particulares de diversos nichos ecológicos y socioeconómicos y en forma continua. El vicepresidente del Banco Mundial, que promueve la transferencia de tecnología, recientemente argumentó que los proyectos de modernización, como PROMSA en el Ecuador, no han logrado sus objetivos debido a la interferencia de los problemas sociales causados por los procesos de re-estructuralización del go-bierno y a la privatización de los recursos naturales.

Como resultado, al final de la década de 1990, el Banco Mundial comenzó a promover el fortalecimiento del manejo comunitario de los recursos naturales. Un aspecto importante de este nuevo enfoque es que la responsabilidad de la investigación o la innovación pasa de los centros de investigación a las comunidades mismas. Hoy en día, los organismos internacionales de financiamiento están pidiendo a los científicos y técnicos cambiar su papel tradicional como generadores externos de tecnologías a facilitadores de la generación local de respuestas a través de la investigación participativa, es decir, la innovación dirigida por los agricultores. Ejemplos de innovación dirigida por agricultores son los Centro de Investigación Agrícola Local y las Escuelas de Campo de Agricultores (ver anexo I), sin embargo, cualquier metodología que pretenda

construir opciones desde los agricultores debe considerar los conocimientos y valores locales con respecto a mercados, tecnologías y recursos utilizados.

- ♦ Enfoques de proyectos vs. programas -- Los proyectos tienden a tener límites en área geográfica y períodos de ejecución, mientras que los programas son de una extensión más amplia en área y tiempo. Existen notables diferencias entre las iniciativas que están operando bajo la modalidad de proyectos, que ponen atención a asuntos más inmediatos, y la propuesta de un programa nacional de quinua que se enfoque en intereses de más largo plazo, como el establecimiento de un reconocimiento de calidad para el producto nacional de exportación.

- ♦ Políticas que restringen o promueven la producción orgánica -- Finalmente las políticas de los donantes y el mismo Gobierno, bajo su proceso de modernización del sector agrícola, parecen orientar todos los aspectos antes mencionados. Por dicha razón, una iniciativa nacional en quinua deberá asumir la responsabilidad de informar e influir las políticas hacia una mayor equidad en cuanto a sistemas de producción, mercados, insumos, tecnologías y formas de intervención en el campo para propiciar resultados más de acuerdo con los intereses de largo plazo del país.

Certificadores y certificación de quinua orgánica

Para alcanzar los mercados extranjeros es necesario contar con una certificación del producto, que asegure al consumidor que su compra es producido bajo las reglas de una producción orgánica. Existen certificadores internacionales, y cada país importador usa sus propios certificadores. La tarea de garantizar la producción orgánica debe ser amparada por el Estado, en primer lugar definiendo las normas, y luego se debe crear un organismo que las haga cumplir. Existe ahora un borrador de decreto ejecutivo entre el MAG, la Dirección de Investigación y Transferencia de Tecnología (DITTE) y el Servicio Ecuatoriano de Sanidad

Agropecuaria (SESA) que establece un marco general para la certificación orgánica.

La producción orgánica ha sido iniciada en varios cultivos y regiones de Ecuador, principalmente en hortalizas en la Sierra y frutales en la Costa. Sin embargo, el éxito de estos proyectos es todavía limitado, debido entre otros factores a la falta de un programa nacional de apoyo, y de tecnología disponible para satisfacer los requerimientos de certificación del proceso de producción orgánica, como del producto orgánico ofertado. Si la producción orgánica está destinada al mercado internacional, la certificación tiene que hacerse siguiendo normas y estándares internacionales. Las certificadoras que gozan de credibilidad y aceptación internacional son aquellas afiliadas al International Federation for Organic Agriculture Movements (IFOAM). Éstas trabajan con oficinas acreditadas en los países o regiones. Las certificadoras de productos orgánicos en Ecuador que cumplen con la normativa vigente en la Unión Europea, Japón y EEUU son Biological Control Systems (BCS-Ecuador) (Alemania), Naturland (Alemania), OAI (EEUU), Organic Crop Improvement Association (OCIA) (EEUU), Biolatina (Latinoamérica) y BioAgrocoop (Italia).

BCS tiene representantes en Ecuador que son acreditados para certificar productos y procesos agropecuarios, y han certificado diversos cultivos en la Sierra y la costa. Esta certificadora también está a cargo de la certificación de quinua orgánica de las Escuelas Radiofónicas Populares de Ecuador (ERPE) en Chimborazo, que es un programa en donde se privilegia a cerca de 4.000 pequeños productores de las provincias de Chimborazo, Bolívar y Cañar. El costo por cultivo certificado es de \$5 dólares. La certificadora OCIA de Estados Unidos, a través de su capítulo en Perú, ha visitado Ecuador para certificar quinua orgánica entre otros productos, a un costo de 1.500 dólares por visita. La certificadora italiana BioAgrocoop también trabaja en Ecuador y visita una vez por año al agricultor para certificar su producción. PROBIO, que es una agru-

pación nacional de producción de hortalizas orgánicas, ha dejado de certificar para apoyar la reciente formación de Biolatina-Ecuador. La certificadora Biolatina existe en otros países como Bolivia, Perú, Colombia, Venezuela y Nicaragua. Su filosofía es que los costos de certificación para los agricultores deben reducirse al mínimo, contratando personal nacional.

El mayor inconveniente con el trabajo de las certificadoras es el costo de la certificación. Aparentemente, muchas empresas y productores estarían dispuestos a asumir el costo de certificación si hubiera una oferta tecnológica y un programa nacional de apoyo en el proceso de producción orgánica que facilite el cumplimiento de los requisitos exigidos por las certificadoras. En el caso de la quinua, la situación es más difícil debido a que por ser un producto manejado por pequeños o medianos productores, no están en condiciones de asumir el costo de la certificación ni de las inspecciones por parte de las certificadoras internacionales. De esta forma, se recomienda el establecimiento de un protocolo de producción orgánica, en el que participen por un lado las agrupaciones de productores y por otro las empresas acopiadoras-comercializadoras, para que la certificación se haga en grupo o grupos de productores, en lugar de que cada agricultor tenga que entenderse con la certificadora por separado. El precio con Biolatina-Ecuador será de 20 dólares por finca.

Dependencia en agroquímicos

"Hace unos tres años aquí no aplicábamos plaguicidas, pero un hombre que vivía cerca de la comunidad empezó a aplicarlos. Parece que los gusanos vinieron en los productos, ya que después de eso las plagas han aumentado. Ahora ya no es posible producir sin aplicar químicos."-- un agricultor de Carchi

a) Factores socioeconómicos

En la Provincia de Carchi la mayoría de agricultores son de pequeña y mediana escala, esencialmente todos usan plaguicidas (Crissman y Espinosa, 2002), por lo cual Carchi representa un caso extremo de agricultura químicamente intensiva en el callejón interandino del país. Negar la función de los agroquímicos en el aumento de la producción en esta zona implicaría no reconocer la experiencia local. El uso indiscriminado de agroquímicos, en especial de compuestos altamente tóxicos, es sistemático, lo que ha causado daños a los seres humanos y a los mecanismos naturales de control de plagas. Este fenómeno ha contribuido a fortalecer un círculo vicioso de dependencia en los agroquímicos, cuyo uso tiene a incrementarse gradualmente.

Dada la presente intensificación agrícola en Ecuador, la producción de diversos cultivos se ha incrementado gracias a la aplicación de tecnologías que requieren del uso intensivo de químicos (Crissman et al., 1998). En tanto que una mayor integración del mercado ha contribuido a la disminución de la biodiversidad del germoplasma (Solas, 1986) y la labranza mecanizada ha causado erosión y compactación del suelo (Valverde et al., 2001; De Noni y Trujillo, 1986). A consecuencia de los riesgos del mercado los agricultores han experimentado pérdidas económicas considerables debido a la fluctuación de precios. La difusión irresponsable de las tecnologías modernas como los plaguicidas han tenido un impacto negativo tanto en los ecosistemas como en las comunidades agrícolas, lo cual ha resultado en un incremento de la incertidumbre en la producción y un aumento en los riesgos de salud.

A simple vista, la disminución en la exposición a los plaguicidas puede parecer una acción muy simple, como por ejemplo informar a las comunidades agrícolas de los riesgos en salud que implica su utilización, fomentar el uso de equipo de protección personal e introducir tecnologías alternativas. Sin embargo, estudios muestran que los agricultores por lo general consideran a los plaguicidas como un elemento

esencial para su supervivencia (Crissman y Espinosa, 2002; Mera-Orcés, 2000; Paredes, 2001). Esta asociación está ligada a un alto grado de dependencia y fe en estos productos. Esto, sumado a la presencia de un gran mercado de agroquímicos (estimado sobre los \$15 millones anuales en la Sierra), hace que la meta de reducir el uso de plaguicidas se convierta en un reto socialmente complejo y en un gran desafío político.

Las comunidades que tradicionalmente han dependido de monocultivos destinados a la venta con alto uso de insumos externos tienden a fijar sus identidades de acuerdo al nivel de uso de insumos externos. Estudios en Carchi encontraron que los productores más admirados en la comunidad fueron aquellos que utilizaban más agroquímicos, realizaban altas inversiones de capital y contrataban mano de obra pagada en efectivo (Paredes, 2001; Mera-Orcés, 2000). En el otro extremo, los productores que usaban bajos niveles de agroquímicos y capital y básicamente trabajaban con mano de obra familiar o de intercambio fueron considerados pobres o poco eficientes. El alto uso de agroquímicos y capital en la producción de papa implica riesgos, y en esta cultura el riesgo define identidades sociales de las personas. Por ejemplo, los agricultores más arriesgados en la inversión de capital y en el uso de agroquímicos fueron considerados de mayor estatus dentro de la comunidad. Generalmente las mujeres, los niños, los agricultores menos arriesgados y los jornaleros que no podían aplicar plaguicidas sin sufrir efectos inmediatos en su salud tenían un estatus menor dentro de la comunidad (Anexo K).

La toma de riesgos en la producción también estuvo asociada con las expectativas que los agricultores tenían para sus familias. Los agricultores más arriesgados esperaban educar a sus hijos para que no tuvieran que vivir en el campo. Para ellos, la toma de riesgos representaba un precio a pagar. Los agricultores menos arriesgados en cambio perseguían desarrollar sus fincas y veían en sus hijos el futuro de la finca. Así la mano de obra familiar era parte del entrenamiento y capitalización de

experiencias. Muchas de las veces estos agricultores consideraron que la educación superior distanciaba a los jóvenes de las necesidades del campo y no siempre ofrecía garantías de empleo en la ciudad. Consecuentemente, la toma de riesgos era una amenaza para la consolidación de sus fincas.

Dichas percepciones sobre el riesgo resultaron no estar necesariamente relacionadas con el estatus económico de las familias. Varios de los agricultores arriesgados tenían deudas con bancos o cooperativas y habían perdido sus tierras, o subsidiaban la producción de papa con la producción ganadera. Mientras que en el otro extremo, agricultores poco arriesgados a veces tenían más tierras que los arriesgados, poca o ninguna deuda con los bancos o cooperativas y bajo gasto de capital en mano de obra, pero no necesariamente menos uso de mano de obra.

En conclusión, los aspectos que generalmente caracterizan a la agricultura orgánica a pequeña escala se centran en el alto uso de mano de obra familiar o de intercambio, el no uso de agroquímicos y bajos niveles de inversión de capital. En varias comunidades rurales, dichos factores se perciben socialmente como marcadores de pobreza, poca hombría y bajo estatus.

b) Factores cognitivos

El Anexo F resume los estudios de Bentley y Sherwood acerca de los sistemas de conocimientos rurales en América Latina, especialmente en referencia al fenómeno de vacíos de conocimientos ecológicos de parte de los agricultores. Ellos concluyeron que tales vacíos limitan la capacidad de los agricultores de responder en forma efectiva a nuevos problemas de campo. Esta limitación representa un obstáculo considerable frente a la propuesta de lograr sistemas de producción orgánica.

Con referencia a los conocimientos de las plagas insectiles y las enfermedades en los Andes, los agricultores saben relativamente mucho sobre plagas insectiles, aunque comúnmente desconocen conceptos claves sobre la

reproducción y metamorfosis de insectos, tanto como relaciones entre plagas y depredadores. Comunmente son competentes al explicar las enfermedades abióticas, como efectos de la sequía o quemaduras por los agroquímicos. Los agricultores son menos competentes al explicar enfermedades bióticas, que en taxonomía rural son generalmente organizadas en dos categorías amplias: lancha amarilla y lancha negra, términos que se refieren a los síntomas de las hojas. Debido a la invisibilidad de las interacciones entre hospederos y patógenos y acceso limitado a la información científica en las áreas rurales, los agricultores de los Andes generalmente desconocen los patógenos causantes de las enfermedades bióticas. Aunque los estudios demuestran un amplio conocimiento sobre las condiciones ambientales asociadas con las enfermedades.

Como resultado, los agricultores de los Andes han creado explicaciones folklóricas sobre los problemas fitosanitarios. Por ejemplo, comunmente acusan a fluctuaciones de temperatura, actividad astrológica, comportamiento de animales o energías místicas como causas de las enfermedades de las plantas. En las últimas décadas, las epidemias son cada vez más comunes debido en parte a la intensificación de la agricultura y el uso de agroquímicos. En consecuencia, existe la creencia de que los vendedores de agroquímicos ponen plagas en sus productos.

En la mejor de las circunstancias, los técnicos pueden identificar los nombres de enfermedades, pero usualmente, solo proveen información sobre el control químico. Raras veces los extensionistas entienden o tratan de explicar los ciclos de plagas o enfermedades a los agricultores, la clave cognitiva para poder explicar el misterio de estos fenómenos. Sin conocimientos claros sobre las causas de sus problemas, las prácticas de los agricultores terminan siendo útiles, no útiles o, en algunos casos, dañinas.

Capitalizando las experiencias más exitosas de intervención

La degradación del medio ambiente y la pobreza son problemas esencialmente causados por los humanos, y así, las respuestas más efectivas se han centrado en la gente (Korten, 1980; Chambers, 1983; Bunch, 1985; Chambers et al., 1990; Freire, 1990; Röling y Wagemakers, 1998; Uphoff, 1996). Las intervenciones efectivas se basan en ayudar a las personas a entender los obstáculos a su bienestar, identificar oportunidades promisorias de cambio y en última instancia lograr mejores condiciones de vida. La agricultura sostenible está esencialmente construida bajo procesos de aprendizaje-acción continuos como respuesta a los obstáculos para la producción.

En Ecuador, la aplicación de los procesos de modernización en la década de los 90 condujeron a bajar drásticamente los servicios públicos de investigación y extensión; las iniciativas dirigidas por los mismos agricultores son cada vez más esenciales para el progreso rural. Afortunadamente, el país cuenta con diversas experiencias promisorias a este respecto. Los centros de investigación han producido tecnologías útiles para mejorar la agricultura, sobre todo en el mejoramiento de las variedades locales, pero no necesariamente con el fin de establecer una agricultura orgánica. Sin embargo, las mismas no pueden fortalecer las capacidades locales de toma de decisiones sobre los aspectos de manejo intensivo de la finca, por ejemplo, sobre cómo y cuándo aplicar una tecnología o cómo intensificar el sistema de barbecho y rotación de cultivos. A la vez, enfrentados con sistemas altamente dinámicos, los agricultores han mostrado una fuerte capacidad de sobrevivir.

El enfoque de transferencia de tecnología considera que el conocimiento rural es no científico y equivocado. Para educar y redirigir los conocimientos de la gente este enfoque justifica la investigación científica y la extensión vertical y uni-direccional. Bajo tal enfoque, los conocimientos nacen en los centros de investigación, son divulgados por transferencistas y

los agricultores son evaluados por su capacidad de adoptar nuevas ideas.

No obstante, desde la década de 1980, el pensamiento sobre el conocimiento rural ha evolucionado hasta ser considerado como un recurso valioso y sub-utilizado por el conocimiento técnico (Bunch, 1985; Chambers, 1983; Chambers et al., 1990; Sherwood y Larrea, 2001b). A partir de esta nueva apreciación se logró una asociación activa entre los agricultores, extensionistas y los investigadores en la que el personal externo es visto como un facilitador. Se diseñaron metodologías para la construcción de nuevos conocimientos, como los sistemas de conocimiento científico y los análisis agroecológicos. En los últimos años se ha hecho énfasis en que los conocimientos son diferentes formas de ver la realidad que no pueden ser considerados independientes y unitarios. Su construcción depende de negociaciones y del poder que manejan los diferentes actores e instituciones. A partir de este enfoque, tanto técnicos como agricultores son actores que negocian las posibilidades de desarrollo en las comunidades. De acuerdo con esta experiencia, hemos identificado unas estrategias que deberían ser parte de una intervención para el desarrollo de la producción de los granos andinos.

Capacitación centrada en el agricultor y su comunidad

La frase "enseñamos en la misma forma en que fuimos enseñados" afirma una fuerte tendencia de los enfoques de extensión utilizados actualmente. Muchos de los extensionistas quienes trabajan en los Andes actualmente egresaron de escuelas formales donde los profesores controlaron su aprendizaje. Así adquirieron estilos de enseñanza-aprendizaje verticales y dominantes y, por tanto, menos adecuados para trabajar con agricultores en condiciones de campo. La educación de adultos que se basa en el autoaprendizaje es relativamente nueva. Consecuentemente, para desarrollar nuevos hábitos y habilidades de capacitación, los extensionistas

necesitan poner especial atención en las demandas de una educación más participativa, un ambiente de aprendizaje más abierto basado en las necesidades de los participantes y que estimule la creatividad y la aplicación continua de lo aprendido.

Los cursos convencionales que sólo le dicen a los agricultores, por ejemplo, cómo controlar una plaga tienen poco efecto educativo. Las personas quienes aprenden en esta forma aprenden a realizar tareas, pero tienen habilidades limitadas para analizar una situación, ya que conocen poco de los principios involucrados, y sobre cómo descubrir alternativas viables. La mayoría de adultos prefieren aprender a través de llevar el conocimiento y el pensamiento a la práctica -- viendo, pensando y haciendo -- cuando se enfrentan a situaciones problemáticas (Freire, 1973; 1990). La clave de una educación efectiva para un adulto es la vinculación entre acción y pensamiento dentro de un proceso continuo de descubrimiento. El producto de tal enfoque educativo es una persona con conciencia crítica, con capacidades cada vez mayores para tomar decisiones efectivas y lograr sus objetivos. El Anexo G compara dos enfoques extremos de extensión: la convencional centrada en la transferencia de información y tecnologías y la extensión centrada en el agricultor que enfatiza el autoaprendizaje. Desde 1980, los enfoques centrados en el agricultor, tanto para la extensión como la investigación, han ganado cada vez más un espacio en los proyectos de desarrollo, tanto al nivel internacional (Bunch, 1985; Pretty, 1995; Thompson, 1994; Krishna et al., 1997; Selener, 1997; van Veldhuizen et al., 1997) como nacional (Kenny-Jordan et al., 1999; Sherwood y Larrea, 2001a).

Comunmente, en el país las intervenciones no incluyen las diferencias sociales de las comunidades rurales en el diseño de su programa. La naturaleza heterogénea de la estratificación social y de las motivaciones de los agricultores hace pensar que depender exclusivamente de una estrategia única de interven-

ción en la producción orgánica resulta inadecuada. Estudios sociológicos en la Sierra muestran que las prioridades de los agricultores se ven influidas por sus diversos estilos agrícolas y por la manera particular en que manejan sus recursos sociales y económicos. Es evidente que, por diversas situaciones, determinadas intervenciones interesan más a un grupo social que a otro.

Paredes (2001) encontró, en el caso de las ECAs en Carchi, descrito a continuación, que los participantes más entusiastas fueron los obreros agrícolas sin tierra (jornaleros), cuya participación estuvo motivada principalmente por la oportunidad de ser socios en la producción y debido a que las ECAs eran una plataforma que permitía relaciones sociales más horizontales. Otro grupo fue el de agricultores realistas e inquisitivos (seguros) que tienen un interés natural en el proceso de aprender descubriendo. Sin embargo, las escuelas de campo no fueron de tanto interés para los agricultores acostumbrados a tomar riegos (arriesgados), que invierten todos sus recursos en la producción y que están abiertos a adoptar y desechar tecnologías. Los agricultores intermedios (intermedios), que son similares a los arriesgados, por lo general prestan la tierra en sociedad para la producción, en lugar de invertir directamente sus recursos financieros en la misma (Anexo k).

Como resultado de estos hallazgos ha surgido una preocupación respecto a la metodología de aprendizaje intensiva de las ECAs. A pesar de que ésta es positiva para ciertos grupos sociales, no está diseñada para alcanzar a todos los grupos de la comunidad. De esta manera, existe el riesgo de que la intervención esté contribuyendo a crear divisiones sociales. A fin de evitar los conflictos y conseguir un mayor impacto al nivel comunitario, es necesario aplicar diversas estrategias de intervención que incluyan a los múltiples grupos sociales de la comunidad.

Innovación dirigida por actores locales

A pesar de miles de años de experimentación informal continua, los proyectos de desarrollo

generalmente han pasado por alto la capacidad local. Pocas veces las innovaciones espontáneas han sido sistemáticamente monitoreadas y fortalecidas y los agricultores han tenido oportunidades de intercambiar los resultados de sus experimentos informales al nivel de la comunidad o entre comunidades. Como resultado, muchas prácticas promisorias validadas han quedado al nivel de la finca.

Los agricultores operan en ámbitos ecológicos, culturales y económicos distintos que demandan respuestas localizadas. No es realista esperar que los esquemas actuales de desarrollo centrados en la investigación en centros, seguidos por la transferencia de tecnologías sean capaces de entregar soluciones efectivas a las particularidades de cada sitio. Bajo esquemas convencionales de extensión, tales tecnologías tampoco pueden llegar a más de un pequeño porcentaje de sus potenciales usuarios y en momentos oportunos.

Recientemente, Ecuador ha desarrollado diversas alternativas a la extensión e investigación rural, como el sistema Campesino a Campesino (Selener et al., 1997), las Granjas Biológicas Campesinas (SwissAid, 1999), Escuelas de Campo de Agricultores (ECAs) (Sherwood et al., 2000) y los Comités de Investigación Agrícola Local (CIALs) (Braun et al., 1999). El sistema Campesino a Campesino y las Granjas Biológicas Campesinas se centran en el uso de líderes locales como agentes de cambio. Desde la década de 1980, tal metodología ha logrado ser prolífica en Centro y Norte América y ha logrado resultados impresionantes en Guatemala, Honduras Nicaragua y el sur de México (Sherwood y Larrea, 2001b; Krishna y Bunch, 1997; Bunch y López, 1994). SwissAid y el Instituto Internacional de Reconstrucción Rural (IIRR) han tomado el liderazgo de desarrollar y promover tales modalidades de innovación agrícola en el país.

Los CIALs y ECAs son metodologías participativas para fortalecer la capacidad comunal de manejar los recursos naturales y han sido promovidas por el INIAP con el apoyo del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Centro Internacional de la Papa

(CIP). Las ECAs se enfocan en la educación agroecológica a través del aprendizaje por descubrimiento, mientras que los CIALs establecen una plataforma de investigación entre los agricultores y los científicos (Anexo H). A través de las ECAs se ha logrado capacitar a más de 2 millones de agricultores en Asia, África, y más recientemente, América Latina. En Indonesia se estima que se ha contribuido a una reducción en uso de insecticidas en arroz de 50-60% en las provincias donde el programa nacional de MIP ha desarrollado las ECAs, y hay resultados similares en Ecuador con el cultivo de la papa. A través de los CIALs se ha logrado que más de 300 comunidades de escasos recursos en ocho países de América Latina establezcan sus propios mecanismos de generación de tecnologías útiles para mejorar los sistemas agrícolas. Braun et al. (1999) compararon en detalle los objetivos, principios y procesos de ECAs y CIALs (Anexo I).

En Ecuador, tales esfuerzos han facilitado una mayor interacción entre los protagonistas de la práctica y la experimentación. Los movimientos de las Granjas, CIALs y ECAs están enfatizando la producción ecológica, y a la vez, están desarrollando enlaces entre los pequeños productores y mercados especializados. Hoy en día, existen cuatro ECAs piloto en quinua en las Provincias de Chimborazo y

Cañar, y seis CIALs en quinua en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Cañar y Loja. Estas están experimentando continuamente con ideas y prácticas para mejorar la productividad de la quinua. Hay más de 2000 Granjas Biológicas Campesinas en la Sierra, muchas de las cuales han expresado un interés en fortalecer la producción orgánica de quinua como componente integral de sus fincas.

No se argumenta que no haya un papel importante para los técnicos o científicos en el desarrollo del país, solamente implica que las modalidades pasadas no lograron la escala de impacto deseada. Existen muchas oportunidades para que los agricultores jueguen un papel más protagónico en su propio desarrollo. Para que un sistema de innovación dirigida por los agricultores mismos sea efectivo necesita acompañamiento por parte de los especialistas técnicos. Sin embargo, la función central del técnico debe evolucionar desde el generador primario de conocimientos y tecnologías al facilitador o catalizador de la generación local de ideas y prácticas útiles para el mejoramiento de la productividad y sostenibilidad de los sistemas productivos. Si se organiza de tal manera, habrá mayor esperanza de lograr respuestas más aptas para las condiciones biofísicas y socioeconómicas locales y de llegar a un número mayor de agricultores.

Conclusiones

Los objetivos generales de este estudio han sido diagnosticar la situación actual y potencial de producción de quinua, chocho y amaranto en el país; identificar las oportunidades agronómicas, socioeconómicas e institucionales para catalizar una innovación agrícola hacia la producción orgánica más competitiva de quinua como enfoque principal, y como enfoque secundario el chocho y el amaranto; además, identificar recomendaciones de corto y mediano plazo para una intervención dirigida a la producción orgánica de quinua, chocho y amaranto.

Un programa que promueve un aumento en el área total de un cultivo específico tanto como la intensificación del manejo del cultivo, necesita recordar que los agroecosistemas son altamente dinámicos. Hoy en día existen relativamente pocos problemas fitosanitarios en el cultivo de quinua. No obstante, con un aumento del área sembrada se puede esperar que el programa contribuya a generar nuevos retos para los agricultores en diversos aspectos del manejo de la quinua, pasando por el manejo de la fertilidad de los suelos, las plagas y enfermedades hasta los mercados.

Así, el programa no solo necesita ayudar a los productores a manejar los problemas inmediatos, pero también tiene que aplicar un enfoque que les permita enfrentar con éxito los retos continuos emergentes. Este punto enfatiza la necesidad de desarrollar la capacidad innovadora local, para que las comunidades involucradas se preocupen por experimentar en forma continua por lograr objetivos claros para mejorar la producción (en total y por área), la pro-

ductividad y la sostenibilidad del sistema en forma inmediata y hacia el futuro.

Además, un enfoque en el agricultor no será efectivo para superar los diversos obstáculos sociales e institucionales que previenen del desarrollo de los rubros de granos andinos en el país. Un programa orientado a los mercados necesita tomar en cuenta a los diversos actores de la cadena agroalimentaria. Específicamente, se necesita identificar los obstáculos de los diferentes actores en las etapas de producción, cosecha, procesamiento, embalaje, transporte, comercialización y consumo, aprovechar las complementariedades entre ellos para el bien del rubro quinua, en particular de la quinua orgánica.

Tales enfoques -- la promoción de sistemas de innovación dirigidos por actores locales y el apoyo a la cadena agroalimentaria -- son consistentes con las prioridades políticas del Ecuador, bajo su esquema de modernización del sector agrícola y el fortalecimiento de los gobiernos locales.

Area y producción potencial

El área total en la Sierra ecuatoriana con cultivos anuales es de 280.000 ha. El área potencial de la quinua, debido a su resistencia a suelos pobres, a sequías y heladas, que se puede cultivar en Ecuador es mayor del área de los 65.000 ha dedicadas a la papa. Es posible cultivar quinua hasta 3.800 msnm, y aún más alto a través de la selección del germoplasma basado en material originario de Perú y Bolivia. Entonces, estimamos que el potencial de la

quinua es la tercera parte del área total de los cultivos anuales, es decir, 90.000 ha. El chocho es menos resistente a heladas, pero también resiste a la sequía y los suelos pobres, así que su potencial sería un poco menor, cerca de 70.000 ha. El amaranto, debido a su susceptibilidad a las heladas, se cultiva en zonas de la Sierra más bajas, principalmente en los valles interandinos; se estima que el área de cultivo potencial podría ser similar a la del chocho -- 70.000 ha.

El potencial de la producción orgánica de estos cultivos es menor en mediano y corto plazo, por lo que en el caso de que se hayan efectuado fumigaciones y uso de fertilizantes en el terreno, tiene que entrar en un período de transición de por lo menos tres años. Sin embargo, existen suelos, especialmente en la Sierra, que nunca han recibidos insumos, es decir pueden ser certificados de forma inmediata como suelos de producción orgánica. Tomando en cuenta la falta de suelos aptos para la producción orgánica, la falta de un esquema de producción orgánica de los granos andinos, la falta de conocimiento de los agricultores de la filosofía y los requerimientos en una producción orgánica, estimamos que el potencial de una producción orgánica de estos cultivos dentro de cinco años sea de 8.000 ha por cultivo, con potencial agronómico de alcanzar aproximadamente 50.000 ha en un período de diez años.

Impacto de la conversión

Se pueden esperar los siguientes efectos a corto plazo cuando una granja se convierte en un sistema de producción orgánica: a) disminución del rendimiento, b) mayor demanda de mano de obra, c) mayores costos para algunos elementos (e.g., enmiendas orgánicas) y costos reducidos para otros (fertilizantes inorgánicos, plaguicidas) y d) mejores precios de venta.

Al nivel del agricultor que especula acerca de convertir su granja en orgánica, las siguientes consideraciones pueden representar limitantes severos: 1) tipos de suelo y su fertilidad, 2) acceso a abonos orgánicos, 3) tradición en el

uso de rotaciones de cultivos, cultivos mixtos y abonos verdes, 4) fuentes de mano de obra barata, 5) acceso a maquinaria, 6) tamaño y accesibilidad del mercado y 7) concienciación sobre los propósitos amplios de la producción orgánica.

Las consideraciones de una eventual conversión en un agricultor orgánico pueden basarse en el cálculo de los costos mayores, en comparación con los beneficios de los precios mayores del mercado, el efecto sobre la salud, y la conservación de suelos. La exposición reducida a los plaguicidas en la agricultura orgánica es muy importante en el mundo en desarrollo, donde la aplicación es manual y sumamente peligrosa, mientras que este riesgo se ha reducido considerablemente en el sistema mecanizado. Uno de los factores más importantes es la motivación del agricultor. Si la motivación de cultivar productos orgánicos sólo se debe a los precios mayores del mercado, en el caso de que aumenten los precios de otros productos, es improbable que sea fiel al sistema. Si la motivación se basa en una preocupación por el ambiente y la salud es más probable que el sistema persista. A mediano y largo plazo, se espera que un ecosistema se establezca a través de la aplicación de prácticas orgánicas, en particular el uso intensivo de enmiendas orgánicas, la diversificación de cultivos (en espacio y tiempo) que contribuyen a balances de nutrientes y entre plagas y enemigos naturales, mejorando gradualmente los rendimientos y reduciendo los costos.

Mercado

El reto inmediato del rubro nacional de quinua es: ¿Cómo competir con los precios internacionales de quinua orgánica? Actualmente, Ecuador está vendiendo quinua orgánica en el mercado internacional por un precio de \$1.500/tm, mientras que países vecinos, como Bolivia, están disponiendo el producto por \$800/tm. Para enfrentar esta situación, desde el punto de vista agronómico y socioeconómico, sugerimos lo siguiente:

- ♦ Aumentar la productividad (a 44 qq o 2.000 kg./ha)
- ♦ Reducir costos de producción y aumentar eficiencia
- ♦ Reducir el precio pagado al agricultor por unidad de producto (de \$28-35/qq. a \$16-20, o \$0,6-0,8/kg a \$0,4)
- ♦ Diversificar entre cultivos (quinua, chocho, amaranto)
- ♦ Diversificar dentro de cada cultivo y sus productos finales (tipos y colores de semilla, harina, hojuelas, pops y extruidos)
- ♦ Desarrollar nuevos productos de valor agregado (pastas, leche vegetal, dulces y snacks)
- ♦ Potenciar el mercado de saponinas

El precio reducido pagado al agricultor no afectará su economía si simultáneamente se puede aumentar la productividad y el volumen de la oferta. Muchas veces es beneficioso reducir los costos de producción, pero pueden existir casos donde el agricultor obtenga una mejor utilidad neta aumentando los costos, que implique un aumento del rendimiento relativamente mayor. Las recomendaciones para aumentar la productividad están dadas en los puntos de arriba. La diversificación se refiere al nivel del agricultor y su sistema de producción, aprovechando todas las interrelaciones positivas entre cultivos y animales, entre cultivos como leguminosas y granos andinos, entre diferentes cultivos andinos y entre cultivos de abono verde y los cultivos principales. También se refiere al procesador o la empresa que tiene que ofrecer un rango de cultivos en vez de especializarse en uno solo, para que reduzca la susceptibilidad a malas conjeturas y bajos precios en el mercado.

La diversificación de las empresas procesadora también debe relacionarse con un rango de productos de valor agregado. La presión del precio en el mercado internacional es hacia la semilla de quinua desamargada, que obviamente tiene un mercado limitado hasta que los consumidores de los EEUU y Europa lleguen a conocerla, lo que requiere inversiones masivas

en el mercadeo. Hasta el momento es nuestra impresión que la quinua se ha vendido sin mucho apoyo, a pesar de existir mucho interés en los países desarrollados. En los EEUU el interés por la quinua empezó hace más de veinte años, cuando se importaron las primeras cantidades de quinua de Bolivia. Luego se formó una empresa para comercializarla, y también se realizaron estudios exitosos de introducción de la quinua a las condiciones montañosas de Colorado. Esta producción, que hoy en día abarca 500 ha, ha sido una ventaja para los países andinos, ya que ha ayudado a promover el cultivo en el país, y además la producción nacional de los EEUU solamente representa una pequeña parte del consumo total, el resto se importa de Sudamérica. En Europa, al igual que en otros mercados potenciales, no existe producción comercial de quinua.

Se debe enfocar en la elaboración de nuevos productos, para abrir nuevos mercados y proveer precios mayores a los agricultores, empresarios y al país en general. Sin embargo, existe un riesgo que concierne al empresario norteamericano o europeo. Si él ve que existe un mercado para un producto nuevo como la leche vegetal, tendrá varias opciones: a) comprar la leche vegetal en Ecuador, b) comprar la quinua en Ecuador, y producir la leche en su país, o c) producir tanto la quinua como la leche en su país. No existe una forma para forzar al empresario a actuar como se desea, no se puede evadir que él promueva la producción en su país, y no existe forma de proteger la producción en Ecuador. Entonces, todo depende de la calidad, el precio y la imagen del producto que el país ofrezca. Si Ecuador y los otros países andinos no tratan de resolver los cuellos de botella de producción, productividad y mercadeo, es seguro que en el momento que surja un interés comercial por un producto, el país no estará en condiciones favorables de competir con los países desarrollados.

Chocho y amaranto

Los problemas generales de la producción y poscosecha de chocho y amaranto se pueden resumir en los siguientes puntos:

- ♦ Falta de variedades mejoradas
- ♦ Falta de semilla de calidad
- ♦ Suelos erosionados y con bajos niveles de fertilidad
- ♦ Utilización inadecuada de maquinaria agrícola
- ♦ Ataque de plagas y enfermedades
- ♦ Desconocimiento sobre épocas y sistemas de siembra y cultivo
- ♦ Maduración, desuniformidad y pérdida de calidad de grano
- ♦ Falta de sistemas apropiados de clasificación del grano
- ♦ Métodos deficientes de desamargado (en el caso del chocho)

Impactos económicos y sociales

Al disponer de un proceso de mejoramiento continuo de la producción orgánica de quinua, se pondrá a disposición de los productores una alternativa económicamente rentable, que al mismo tiempo sea compatible con el entorno, es decir que aporte a la sostenibilidad de la producción de la finca y la empresa rural. La producción orgánica podrá favorecer a la competitividad en los mercados nacionales, regionales e internacionales, trayendo beneficios a los pequeños productores a través de su involu-

cramiento directo. Primeramente, un gran número de agricultores del proyecto se beneficiará de una fuente económica nueva en sus fincas. Segundo, al promocionar la exportación de quinua, se abrirán nuevas fuentes de empleo, no solamente en el campo, sino también al nivel de las empresas de procesamiento y las diversas actividades de comercialización. Tercero, la población rural se quedará con muchos remanentes de quinua para la fortalecimiento nutricional de su dieta. Tales contribuciones fortalecerán a la seguridad alimentaria en zonas altamente vulnerables de la Sierra ecuatoriana.

Colaboración institucional

Existen diversos proyectos relevantes para el desarrollo del sector orgánico, pero son dispersos. Hay poca colaboración entre iniciativas, y no existen mecanismos de comunicación y coordinación. Existe la necesidad de definir las políticas del programa frente de los diversos puntos de divergencia como medidas de intervención política, capacitación y campañas de concienciación. Un programa nacional no necesariamente debería tomar posiciones, sino que servirá más a los intereses del país establecer espacios de mediación sobre las diversas perspectivas. En cuanto al tiempo, es necesario construir una plataforma en común entre los actores para poder accionar frente a los obstáculos mayores que previenen el desarrollo del sector de granos andinos en el país.

Recomendaciones

Estrategias de trabajo con comunidades

La aplicación de los procesos de sostenibilidad requiere de cambios profundos tanto en las concepciones como en las acciones. En lugar de centrarse en implementar paquetes tecnológicos específicos, será necesario aceptar la complejidad de la situación y pensar en términos más holísticos acerca de nuestro medio ambiente, de las formas de subsistencia y sus interacciones. La agricultura es un proceso extremadamente dinámico en el que los sistemas se intensifican constantemente. Asimismo, es necesario el desarrollo de tecnologías alternativas para contextos rurales diversos. Inducir el cambio local en el uso de tecnologías de plaguicidas requiere de un cuidadoso análisis y de una comprensión profunda de la heterogeneidad social y ecológica, así como de un proceso recíproco de aprendizaje entre las comunidades agrícolas y el amplio contexto social en donde actúan. Es necesario que las intervenciones relacionadas con los plaguicidas y el manejo de plagas se enfoquen cada vez más en los usuarios -- los agricultores, sus familias y comunidades -- y de esta manera fortalezcan la toma de decisiones críticas, tanto aquellas tomadas de manera individual, como las de acción colectiva. Se recomienda:

- ♦ Evitar dependencia y paternalismo -- Ecuador está repleto de intervenciones de desarrollo que han promovido dependencia por parte de los beneficiarios intencionados. Hay diversas estrategias para evitar el paternalismo. Además de

orientar los proyectos hacia las necesidades sentidas por los beneficiarios, lo esencial es adoptar la política de no hacer por los agricultores y comunidades lo que ellos podrían hacer por sí mismos, a través de la organización, capacitación y motivación. En general, la mejor motivación para las comunidades es el éxito.

- ♦ Diseñar intervenciones alrededor de la heterogeneidad particular de la comunidad
- ♦ Facilitar y catalizar propuestas locales de acción.
- ♦ En lugar de enfocarse en paquetes tecnológicos, el proyecto debería aprovechar oportunidades para desarrollar la capacidad local de experimentar y divulgar experiencias.
- ♦ Las actividades deberían explorar como lograr enlaces entre los técnicos y promotores locales, explotando las oportunidades complementarias entre los dos enfoques.

Estrategias institucionales

La tendencia actual de la descentralización de las operaciones gubernamentales hacia las municipalidades y la privatización en el manejo de los recursos naturales en Ecuador presenta una oportunidad para organizar y planificar el desarrollo de las capacidades de la comunidad rural de una mejor manera. En los últimos años la investigación y extensión agrícola han incrementado su colaboración y se han centrado tanto en la comunidad como en el usuario. Los recortes de financiamiento y la

crisis económica han forzado a los actores institucionales a juntar recursos humanos y materiales. El Consorcio Carchi, un grupo de alrededor de 21 organizaciones que operan en la cuenca del Angel, es un ejemplo del aumento en la colaboración interinstitucional en los últimos años. Se recomienda:

- ♦ Fortalecer iniciativas en camino -- En lugar de crear nuevas estructuras locales, se debería comenzar por fortalecer los proyectos existentes e identificar complementariedades entre iniciativas.
- ♦ Lograr colaboración multinstitucional -- Muchas organizaciones de desarrollo e instituciones financieras en el país operan bajo modalidades de operar proyectos en forma unilateral. Esto contribuye a una cultura de egocentrismo institucional y celos entre proyectos.
- ♦ Desarrollar la cadena agroalimentaria -- La mayor tendencia del Ecuador es hacia una agricultura orientada al mercado y la especialización de diversos aspectos de la producción y comercialización de los productos.

Estrategias para aumentar la producción y la productividad

Los problemas principales a resolver con el fin de aumentar la producción y la productividad de la quinua, que muchas veces es similar para los otros granos andinos, en mayor medida con un enfoque en una producción orgánica, son los siguientes:

Agronomía/producción

- ♦ Producción de semilla -- Es necesario el establecimiento de un sistema de producción de semilla certificada en Ecuador llevado a cabo por el Ministerio de Agricultura.
- ♦ Sistema de producción -- Se debe trabajar en sistemas de producción más que con un solo cultivo como la quinua, lo que significa que se necesita buscar alternativas a la papa, que solamente se

puede cultivar orgánicamente cuando es destinada al autoconsumo, mientras que una producción comercial requiere tratamientos consecutivos contra la lancha (causada por *Phytophthora infestans*). La lancha sin ser tratada matará la papa cada tres años. Las alternativas de la papa pueden ser melloco, oca, mashua, chocho y otras leguminosas. Se deberá trabajar con rotaciones y asociaciones de cultivos.

- ♦ Diversidad -- La diversidad genética de la quinua en Ecuador es muy limitada por lo que es necesario contar con material genético nuevo con un enfoque en variedades nativas. Perú y Bolivia, además de Europa, tienen cultivares de beneficio potencial para Ecuador. Se deben incluir otros cultivos en el sistema, así como granos andinos (amaranto y chocho), y otros cultivos andinos, como frutales y plantas medicinales.
- ♦ Fertilidad del suelo -- Es importante combinar la producción de cultivos con animales, que son proveedores de abono orgánico. Se debe estudiar el manejo de estiércol, el uso de humus de lombriz, abono verde y cultivos de cobertura. Otros aspectos importantes son el uso de sistemas de labranza mínima, incorporación de materia orgánica en el suelo y asociaciones de cultivos. Se debería realizar un estudio específico sobre la elaboración de una tecnología para la distribución precisa de estiércol, con el fin de reducir el problema de malezas.
- ♦ Manejo de plagas y enfermedades -- La enfermedad más importante en la quinua es el mildiu (*Peronospora farinosa*), por lo que tenemos que trabajar en prácticas culturales, con el fin de reducir el daño del mildiu, como densidad de plantas, uso de semilla limpia y desinfección. Los problemas con plagas serán contrarrestados con estrategias de manejo integrado de plagas. Varios tratamientos reducen el daño de las aves, como tiras de papel aluminio, pero hay que trabajar más en este problema.

- ♦ Malezas -- Las malezas pueden tener un efecto positivo en los campos de cultivo, teniendo un uso como forraje, cortadas antes de que afecten al cultivo principal. En un sistema mecanizado el problema de malezas es más complicado, no obstante debemos estudiar los efectos negativos y positivos de las malezas.
- ♦ Producción orgánica/convencional -- El objetivo a largo plazo es establecer un sistema de producción orgánica, que incluya quinua y otros cultivos andinos, que rinda lo mismo o más que el sistema convencional, de alta calidad. En el corto plazo se puede utilizar la producción convencional para el consumo familiar, y para abastecer a la demanda del PMA, que acepta quinua convencional y orgánica. El sistema convencional puede contribuir a la seguridad alimentaria del país.

Cosecha y poscosecha

- ♦ Cosecha y almacenamiento -- En colaboración con el proyecto FAO-Poscosecha se elaborará una estrategia para el proceso de poscosecha, haciendo accesibles a las comunidades campesinas trilladoras estacionarias y eventualmente clasificadoras, y silos para almacenamiento.
- ♦ Procesamiento -- La capacidad de procesamiento en Ecuador tiene que incrementar, enfocándose en un método seco o una combinación entre pulidora y lavadora, reduciendo la contaminación del agua que contiene saponinas y reduciendo los costos de secar la semilla. Se deberían buscar nuevos usos y mercados para las saponinas, por ejemplo, plaguicidas orgánicos, jabón natural y medicinas.
- ♦ Productos con valor agregado -- Es necesario aumentar la diversificación de rubros productivos, con el fin de mejorar la seguridad de la producción, y mejorar las rotaciones de cultivos y los sistemas

de producción. Existe la necesidad de considerar el fortalecimiento de diversos cultivos estratégicos en el sistema, para diversificar los riesgos de producción debido a fluctuaciones en el mercado, y para evitar los problemas causados por el monocultivo.

- ♦ Mercadeo -- El enfoque principal del estudio de mercado debe ser el mercado internacional, pero es una gran tarea obtener información útil para tal estudio y en forma continua para captar las condiciones cambiantes del mercado. Es más factible basarse en un número de productos promisorios específicos. Se deberían establecer vínculos con organismos de producción y comercialización orgánica de Europa y EEUU.

Certificación

Es menester enfocarse en el sistema nacional de certificación, reduciendo los costos para los agricultores, pero con la posibilidad de trabajar tanto al nivel nacional como internacional. Se necesita desarrollar un sistema de certificación sustentable que favorezca a los agricultores que desean adaptar una agricultura orgánica, con el fin de conservar la fertilidad del suelo, mejorar la salud familiar etc., y no solamente por ser atraídos por el mercado que ofrece mejores precios para productos orgánicos. Por esta razón es importante que toda la finca sea certificada y no solamente el cultivo. Como el sistema orgánico demanda un período de transición para lograr nuevos balances ecológicos, el proyecto debería incluir oportunidades de mercadeo de productos convencionales en el período de transición. Para lograr un sistema de certificación que responda a las demandas de una iniciativa nacional de quinua, se necesita dar atención a lo siguiente:

- ♦ Determinar y adaptar un protocolo de aplicación de normas internacionales ISO 14000, en concordancia con la realidad ambiental y social de los productores del área de influencia del programa. También es necesario buscar la apli-

cación de esta normativa al procesamiento de quinua. Siguiendo, el procedimiento establecido para estos casos, se debe definir un proceso de producción-procesamiento. Además, definir enmiendas que permitan optimizar el proceso, ahorrar energía, y disminuir desperdicios.

- ♦ Determinar e implementar un sistema de certificación orgánica de quinua al nivel de los productores del área de influencia del programa. Para esto se procederá a conseguir los requisitos de las certificadoras internacionales. Se deberán

estudiar estos reglamentos y definir los protocolos mínimos necesarios para cumplir con los reglamentos de las certificadoras. La implementación de tal proceso se debe hacer con la participación de productores pioneros, los que luego pueden ejercer una acción multiplicadora en el resto de productores. La aplicación de los protocolos también se debe hacer al nivel de planta de acopio, sobre todo para definir el manejo del producto orgánico en forma independiente del manejo del producto convencional.

Anexo A. Bibliografía

- Abawi, G. and Thurston, H., 1994. Efecto de las coberturas y enmiendas orgánicas al suelo y de los cultivos de cobertura sobre los patógenos del suelo y las enfermedades radicales: Una revisión. En: Tapado: Los sistemas de siembra con cobertura. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, y Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development, Ithaca, Nueva York, pág. 97-108.
- Acuerdo de Cartagena. 1990. Situación, perspectivas y bases para un programa de promoción de cultivos y crianzas andinas. En: I Foro para el fomento de los cultivos y crianzas andinas: Cusco, 12-15 de noviembre de 1990. Cusco, Perú.
- Alcázar, J. y F. Cisneros. 2001. Integrated Management for Andean Potato Weevils in Pilot Units. Informe del Programa 95-96, Programa manejo Integrado de plagas. Centro Internacional de la Papa. Accesado del Internet el 25 de septiembre de 2001.
- Andrango, J. 1990. Evaluación preliminar agronómica y morfológica de 170 entradas de amaranto (*Amaranthus* spp) del banco germoplásmico del Ecuador - colección INIAP. Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador: 104.
- Andrango, J., R. Castillo y C. Nieto. 1988. Evaluación preliminar agronómica y morfológica de 170 entradas de amaranto (*Amaranthus* spp.). VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, Quito, Ecuador.
- Arguello, S., R. Jacome, B. Jaramillo y N. Mastrocola. 2001. Guía metodológica para la transferencia de tecnología en poscosecha bajo un enfoque de equidad. Proyecto FAO Poscosecha, Países Bajos. pág. 129.
- Barrera, V., L. Escudero, J. Suquillo, S. Sherwood, and G. Norton. 2001. Validación y difusión de modelos de manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de papa: Una experiencia de capacitación participativa en la provincia de Carchi, Ecuador. Informe para el Proyecto USAID IPM-CRSP, pág. 15.
- Bentley, J. W. 1989. What farmers don't know can't help them: the strengths and weaknesses of indigenous technical knowledge in Honduras. *Agriculture and Human Values*. 6(3): 25-31.
- Bentley, J. W. 1991. The epistemology of plant protection: Honduran campesinos knowledge of pests and natural enemies. Informe presentado a: Crop Protection for Resource-Poor Farmers. East Sussex, Reino Unido, pág.12.
- Berrios, D., V. Otazu y S.-E. Jacobsen. 2001. Recetas del I Festival de la Comida Andina, Santa Rosa de Ocopa, 29-30 agosto, 2000, pág. 48.
- Blanco, O. 1982. Genetic variability of tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). En *Agricultural and Nutritional Aspects of Lupines* (eds., R. Gross y E.S. Bunting), GTZ, Eeschborn, pág. 33-49.
- Braun, A, G. Thiele y M. Fernández. 1999. La escuela de campo para MIP y el Comité de Investigación Agrícola Local:

- Plataformas complementarias para fomentar decisiones integrales en la agricultura sostenible. Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas. Vol 53. Septiembre 99. CATIE.
- Bunch, R. 1985. Dos mazorcas de maíz: Una guía para el mejoramiento agrícola orientado hacia la gente. Oklahoma City, OK: World Neighbors.
- Bunch, R. y G. López. 1994. Soil recuperation in Central America: Measuring impact 4 to 40 years after intervention. Honduras, COSECHA.
- Byers, A.C. 1990. Erosion processes in tropical watersheds: A preliminary assessment of measurement methods, action strategies, and information availability in the Dominican Republic, Ecuador, and Honduras. Developmmt Strategies for Fragile Lands. Agendia para el Desarrollo Internacional, Washington, DC.
- Caicedo, C. y E. Peralta. 2000. Zonificación potencial para el cultivo de chocho. En, Zonificación potencial, sistemas de producción y procesamiento artesanal del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Ecuador (Ed. C. Caicedo y E. Peralta), Fundacyt, INIAP, pág. 1-4.
- Caicedo, C., E. Peralta, E. Villacres y M. Rivera. 2001. Poscosecha y mercado de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Ecuador. Fundacyt, INIAP, pág. 55
- Cari, A. 1988. Absorción de nutrientes por el cultivo de la quinua. En: Memorias del VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. 30 mayo-2 junio 1988. INIAP, Quito, Ecuador, pág. 37-41.
- Castillo, J. y J. Ochoa. 2001. III. Enfermedades en chocho. El cultivo de chocho, *Lupinus mutabilis* Sweet: Fitonutrición, enfermedades y plagas, en el Ecuador. C. Caicedo y E. Peralta. Quito: INIAP, FUNDACYT: 19-30.
- Chambers, R. 1983. Rural development: putting the last first. John Wiley and Sons, Nueva York, EUA. pág. 246.
- Chambers, R., A. Pacey y L.A. Thrupp. 1990. Farmer first: farmer innovation and agricultural research. Intermediate Technology Publications, Londres, Reino Unido, pág. 219.
- Chávez, C. y W. Peñaloza. 1988. Tempeh de chocho: Un alimento fermentado a base de *Lupinus mutabilis*. VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, Quito, Ecuador.
- Chicaiza, O. 1999. Resultados de la evaluación de germoplasma de quinua en Ecuador durante los ciclos 97 y 98. Primer Taller Internacional sobre Quinua. Recursos genéticos y sistemas de producción, Lima, Perú.
- Cole, D.C., F. Carpio, J. Julian y N. Leon. 1998. Assessment of peripheral nerve function in an Ecuadorian rural population exposed to pesticides. *J Toxicol Environ Health*, 55(2):77-91.
- Cole, D., S. Sherwood, C. Chrisman, V. Barrera y E. Espinosa. 2002. Pesticides and Health in Highland Ecuadorian Potato Production: Assessing Impacts and Developing Responses. *International Journal for Occupational and Environmental Health: Special series on Integrated Pest Management*, 8(3).
- Coleman, D. C., and Crossley, Jr., D.A., 1996. *Fundamentals of Soil Ecology*. Academic Press, San Diego, CA.
- Córdova, J. J. y V. Noboa. 1996. Problemática, experiencias y enfoque sobre la erosión, manejo y conservación de suelos de ladera en Ecuador. Manejo integral de microcuencas, Jequetepeque, Cajamarca; CIP, ADEFOR, Condesan.
- Crissman, C. y P. Espinosa (Ed) (2002) Impactos del uso de plaguicidas en la producción, salud y medio ambiente en Carchi: un compendio de investigaciones y respuestas multidisciplinarias. CIP-INIAP-Abya Yala, Quito, Ecuador. pág. 300.
- Crissman, C., J.M. Antle, y S. M. Capalbo. 1998. Economic, environmental, and Health Tradeoffs in Agriculture:

- Pesticides and the sustainability of Andean potato production. Kluwer Academic Publishers, pág. 281.
- Cutipa, Z. 1998. Cultivo de quinua en Waru Waru. CARE-Peru, Proyecto Waru Waru. Boletín Técnico No. 3. Puno, Perú. pág. 12.
- De Noni, G. y G. Trujillo. 1986. La erosión actual y potencial en Ecuador: Localización, manifestaciones y causas. In CEDIG: La erosión en el Ecuador. Documentos de Investigación No 6. Quito. pág. 1-14.
- Dehn, M. 1995. An evaluation of soil conservation techniques in the Ecuadorian Andes. Mountain Research and Development 15 (2), 175-182.
- Edwardson, W. 2001. Mejoramiento de la seguridad alimentaria campesina en el Ecuador. La experiencia del proyecto FAO Poscosecha 1990-2001, FAO, pág. 71.
- Egoavil, M, J Reynoso y H. Torres. 1988. Análisis de los costos y canales de comercialización de la quinua. IICA-OEA. Proyecto fomento de la producción agroindustrial de la quinua en el departamento de Puno.
- ESPOCH, 1984. Diagnostico de la situación actual y perspectivas de la quinua en el Ecuador. Tesis.
- FAO. 1986. Informe final – Reunión sobre cultivos andinos subexplotados de valor nutricional. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Santiago 7-10 octubre 1986, pág. 27.
- Faulkner, E.H. 1987. Plowman's folly: A second look. Island Press, Nueva York.
- Freire W. y J. Baccalao. 1992. Primer censo nacional de talla de los niños Ecuatorianos de primer grado: Resultados. CONADE-Ministerio de Educación y Cultura-UNICEF-OPS/OMS. Quito, Ecuador.
- Freire, P. 1973. Education for Critical Consciousness. Continuum Publishing Co., Nueva York, pág. 164
- Freire, P. 1990. Pedagogy of the oppressed. Continuum Publishing, Nueva York, EUA, pág. 186.
- Gallagher, K. 1998. Farmer Field Schools: A group extension process based on adult non-formal education methods. Internal paper. Global IPM Facility, Roma, pág. 20.
- Gamarra, M., A. Bonifacio y E. Peralta. 2001. Mejoramiento genético y participativo en quinua al mildiu en Perú, Bolivia y Ecuador. Futuras estrategias para implementar mejoramiento participativo en los cultivos de las zonas altas en la región andina, Quito, PREDUZA, INIAP.
- Gandarillas, H., C. Nieto y R. Castillo. 1989. Razas de Quinua en Ecuador. Estación Santa Catalina. INIAP. Boletín Técnico No 67, pág. 16.
- González, A. y J. Franco. 2001. Los Nematodos en la producción de semilla de papa. En, Producción de Tubérculos-Semillas de Papa Manual de Capacitación. Accesado del internet el 21 de septiembre de 2001.
- Gross, R., E. von Baer, F. Koch, R. Marquard, L. Trugo y M. Wink. 1988. Chemical composition of a new variety of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* cv. Inti) with low alkaloid content. J. Food Comp. Anal. 1, 353-361.
- Harden, C. 1991. Andean soil erosion. National Geographic Research and Exploration, 7(2):216-231.
- Herrera, M., H. Carpio y G. Chavez. 1999. Estudio sobre el subsector de la papa en el Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Programa Nacional de Raíces y Tubérculos. Quito, Ecuador, pág. 140.
- Huapaya, H. T., B. Salas, y L. Lescano. 1982. Ethnopathology of the Aymara communities of the Titicaca Lake Shore. Fitopatología. 17(8).

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2002. Resultados preliminares del III censo agropecuario nacional. Quito, Ecuador.
- Izquierdo, C., D. Greene y R. Gaeth. 1993. Perspectivas del sector agropecuario ecuatoriano en la subregión andina. Quito, MAG-PRSA.
- Jacobsen, S.-E. 2001. Quinoa – Research and Development, Centro Internacional de la Papa (CIP). Leaflet, CIP, Lima, Perú, pág. 6.
- Jacobsen, S.-E. 2002. Distribución geográfica de *Lupinus mutabilis* en el mundo. In, Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.), leguminosa andina – alimento del futuro (Ed., Mujica, A., S.-E. Jacobsen y J. Izquierdo), FAO, en preparación.
- Jacobsen, S.-E. y A.P. Bach. 1998. The influence of temperature on seed germination rate in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Seed Science and Technology* 26, 515-523.
- Jacobsen, S.-E. y A. Mujica. 1999. Proyectos en ejecución en Perú: Investigaciones colaborativas internacionales en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). In, IX Mesa Redonda Latinoamericana: Avances Tecnológicos en Postcosecha de granos y alimentos básicos en el umbral del tercer milenio. UNALM-FAO-INDDA, UNALM, Lima 26-29/5.
- Jacobsen, S.-E. y A. Mujica. 2000. New elaborated products from quinoa: protein concentrates and colorants. En, Abstracts/Proceedings of COST 814 Conference, Crop Development for Cool and Wet Regions of Europe, Pordenone, 10-13 mayo, 2000, Italia, pág. 44/ pág. 517-520.
- Jacobsen, S.-E. y A. Mujica. 2002a. El potencial de la quinua en la alimentación global. In, Resúmenes IV Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable en los Andes – La Estrategia Andina para el Siglo XXI, 25 November – 2 December, 2001, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, CD en preparación.
- Jacobsen, S.-E. Y A. Mujica. 2002b. Producción orgánica de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). En, Resúmenes IV Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable en los Andes – La Estrategia Andina para el Siglo XXI, 25 noviembre – 2 diciembre, 2001, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, CD en preparación.
- Jacobsen, E.E., B. Skadhauge y S.-E. Jacobsen. 1997. Effect of dietary inclusion of quinoa on broiler growth performance. *Animal Feed Science and Technology* 65, 5-14.
- Jacobsen, S.-E., B. Joernsgaard, J.L. Christiansen y O. Stolen. 1999. Effect of harvest time, drying technique, temperature and light on the germination of quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Seed Science and Technology* 27, 937-944.
- Jacobsen, S.-E., I. Dini, O. Schettino, G. Tenore y A. Dini. 2000a. Isolation and characterization of saponins and other minor components in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). En, Proceedings of COST 814 Conference, Crop Development for Cool and Wet Regions of Europe, Pordenone, 10-13 mayo, 2000, Italia, pág. 537-540.
- Jacobsen, S.-E., A. Mujica y L. Guarino. 2000b. The genetic resources of the Andean grain crop amaranth (*Amaranthus caudatus* L., *A. cruentus* L. and *A. hypochondriacus* L.). Proc. International Conference on Science and Technology for Managing Plant Genetic Diversity in the 21st Century, Kuala Lumpur, Malasia, 12-16 junio.
- Jensen, C.R., S.-E. Jacobsen, M.N. Andersen, N. Nuñez, S.D. Andersen, L. Rasmussen y V.O. Mogensen. 2000. Leaf gas exchange and water relations of field quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) during soil drying. *European Journal of Agronomy* 13, 11–25.

- Kenny-Jordan, C., C. Herz, M. Añazco y M. Andrade. 1999. Construyendo Cambios. Una propuesta de manejo participativo de los recursos naturales renovables para el nuevo milenio. FAO, Quito, Ecuador.
- Kooistra, L. y Meyles, E. 1997. A novel method to describe spatial soil variability: A case study for a potato-pasture area in the northern Andes of Ecuador. Laboratory of soil Science and Geology, Wageningen Agricultural University, The Netherlands. pág. 65.
- Korten, D.C. 1980. Community organisation and rural development: a learning process approach. *Public Administration Review*, 40(5), 480-511.
- Krishna, A., N. Uphoff, y M. Esman. 1997. *Reasons for Hope: Instructive Experiences in Rural Development*. West Hartford, CT: Kumarian Press.
- Krishna, A. and R. Bunch. 1997. "Farmer-to-farmer experimentation and extension: Integrated rural development for smallholders in Guatemala." In *Reasons for Hope: Instructive Experiences in Rural Development*. Krishna, A.; N. Uphoff, and M. Esman. West Hartford, CT: Kumarian Press, pág. 137-152.
- Landauer, H. 2001. Quinoa y quinoa orgánica: Perfil de producto. Informe para el proyecto Expansion de la Oferta Exportable del Ecuador. CORPEI-CBI, Quito, Ecuador, pág. 37.
- Lara-Garafalo, A.K. 1999. Estudio de alternativas tecnológicas para el desamargado de chocho (*Lupinus mutabilis* sweet).
- Larrea, C. 1997. La pobreza y la desigualdad social: Obstáculos para el desarrollo humano. En: Secretaría Técnica del Frente Social. El desarrollo social en el Ecuador: Pobreza y capital humano en el Ecuador. Quito, Ecuador.
- Maldonado, E., F. Maldonado y C. Zebrowski. 1984. The volcanic ash soils of Ecuador. In, Proc. 6th International Soil Classification Workshop, Chile y Ecuador 9-20 enero, 1984, pág. 61-76.
- McDonald, B., 1999. Socio-economic correlates of rural women's nutrition: the special case of re-introducing quinoa in Ecuador. tesis de Ph.D. McGill University, Canada.
- Mera-Orcés, V. 2000. Agroecosystems management, social practices and health: A case study on pesticide use and gender in the Ecuadorian highlands. IDRC technical report. Canadian-CGIAR Ecosystem Approaches to Human Health Training Awards, pág. 42.
- Moncayo, L., V. Barrera, C. Caicedo, E. Peralta y M. Rivera. 2000. Sistemas de producción de chocho en la sierra ecuatoriana. En, Zonificación potencial, sistemas de producción y procesamiento artesanal del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Ecuador (Eds. C. Caicedo y E. Peralta), Fundacyt, INIAP, pág. 5-18.
- Monteros, C. y S.-E. Jacobsen. 1999. Resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to frost. En, Proceedings of COST 814-Workshop: Alternative Crops for Sustainable Agriculture, 13-15 Junio 1999, Turku, Finland, 319-325.
- Monteros, C., C. Nieto, C. Caicedo, M. Rivera y C. Vimos. 1994. INIAP-Alegría. Primera variedad mejorada de amaranto para la sierra ecuatoriana. CIID-Canad, INIAP, pág. 24.
- Morlon, P. and J. Vacher. 1991. Errores en las evaluaciones climáticas del altiplano norte. Proc. VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, La Paz, Bolivia, pág. 75.
- Morón, C. 1999. Importancia de los cultivos andinos en la seguridad alimentaria y nutrición. En: A. Mujica Sánchez, J. Izquierdo, J.P. Marathee, C. Morón y S-E Jacobsen (Eds.). Memoria: Reunión técnica y taller de formulación de proyecto regional sobre producción y nutrición humana en base a cultivos andinos. Arequipa, Perú, 20-24 julio 1998.
- Mujica, A. 1997. Cultivo de quinoa. Instituto Nacional de Investigación Agraria.

- INIA. Dirección General de Investigación Agraria. Ministerio de Agricultura. Serie Manual RI No. 1-97. Lima, Perú, pág. 130.
- Mujica, A. y S.-E. Jacobsen. 1997. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Leaflet published for I Festival de la Quinua y Canihua, Juliaca, 28/5-2/6.
- Mujica, A. y S.-E. Jacobsen. 1999a. Sistemas de almacenamiento tradicional y mejorada de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). En, IX Mesa Redonda Latinoamericana: Avances Tecnológicos en Postcosecha de granos y alimentos básicos en el umbral del tercer milenio. UNALM-FAO-INDDA, UNALM, Lima 26-29/5.
- Mujica, A. y S.-E. Jacobsen. 1999b. Tecnología de postcosecha de granos andinos: Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). In, Proc. I Curso taller sobre Producción, Comercialización y Uso de la Quinua para Agricultura de la Zona de Iquique, Chile. CONADI, Puno, Perú, 5-8/7.
- Mujica, A. y S.-E. Jacobsen. 1999c. Resistencia de la quinua a la sequía y otros factores abióticos adversos, y su mejoramiento. En Fisiología de la Resistencia a Sequía en la Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) (eds. S.-E. Jacobsen y A. Mujica), CIP, Lima, Perú, pág. 71-78.
- Mujica, A. y S.-E. Jacobsen. 2000. Importancia del uso de semillas de calidad para siembra y comercialización. En, Proc. Curso "Legislación para la Producción y Comercialización de Semillas". SENASA, Ministerio de Agricultura, 27-28/1, Puno, Perú.
- Mujica, A., Jacobsen, S.-E. y R. Ortiz. 1998. Resistencia a sequía de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Leaflet published for Día del Campo, Illpa, Puno, 7/4, pág. 8.
- Mujica, A., J. Izquierdo y S.-E. Jacobsen. 1999. Prueba americana de cultivares de amaranto (*Amaranthus caudatus* L., *Amaranthus hypocondriacus* L. y *Amaranthus cruentus* L.). En, (Mujica, A., J. Izquierdo, J.P. Marathe, C. Moron y S.-E. Jacobsen (eds.)), Reunión Técnica y Taller de Formulación de Proyecto Regional sobre Producción y Nutrición Humana en base a Cultivos Andinos. Arequipa, Perú, 20-24 julio, 1998, p. 47-54.
- Mujica, A., Jacobsen, S.-E., Aguilar, P.C., Ortiz, R., Ames, T., Castro, A., Marca, S. y A. Canahua. 2000a. La Quinua. Boletín divulgativo, pág. 19 pp.
- Mujica, A., R. Ortiz, V. Apaza y S.-E. Jacobsen. 2000b. Quinoa milk: a new promising product. In, Abstracts/Proceedings of COST 814 Conference, Crop Development for Cool and Wet Regions of Europe, Pordenone, 10-13 mayo, 2000, Italia, pág. 521-524.
- Mujica, A., S.-E. Jacobsen, A. Canahua y R. Ortiz. 2001a. Selección por resistencia a sequía en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). En Resúmenes, X Congreso Internacional de Cultivos Andinos, Jujuy, Argentina, 4-7 July, Granos Andinos pág. 44.
- Mujica, A., S.-E. Jacobsen y A. Canahua. 2001b. Agrobiodiversidad de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y los sistemas de conservación de recursos genéticos estratégicos del altiplano peruano. En, Resúmenes IV Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable en los Andes – La Estrategia Andina para el Siglo XXI, 25 noviembre – 2 diciembre, 2001, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, pág. 82.
- Mujica, A., S.-E. Jacobsen y A. Canahua. 2002. Agrobiodiversidad de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y los sistemas de conservación de recursos genéticos estratégicos del altiplano peruano. In, Resúmenes IV Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable en los Andes – La Estrategia Andina para el Siglo XXI, 25 November – 2 December, 2001, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, CD en preparación.
- Muñoz, L., C. Monteros y P. Montesdeoca. 1990. A cocinar con quinua (92 recetas

- fáciles de preparar). Programa de Cultivos Andinos. E.E. Santa Catalina. Publicación miscelánea No 55. pág. 126.
- Nieto, C. 1997. Los sistemas de producción agrícola campesina en los Andes del Ecuador. La sostenibilidad de los sistemas de producción campesina en Los Andes. E. Mujica y J. L. Rueda. Lima, CONDESAN: 79-130.
- Nieto, C. 2001. Cultivo, producción y conservación de la quinua en Ecuador. En, Jacobsen, S.-E., A. Mujica y Z. Portillo, Eds. 2001. Memorias, Primer Taller Internacional sobre Quinua – Recursos Genéticos y Sistemas de Producción, 10-14 mayo UNALM, Lima, Perú. Editor CIP, pág. 456.
- Nieto, C. y P. Andrade. 1991. Análisis de la comercialización de la quinua en Ecuador. Estado actual y proyecciones futuras. VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, La Paz, Bolivia, 125-129.
- Nieto, C. y C. Vimos. 1995. Agroindustrial ICU, un modelo de empresa de gestión campesina-indígena. INIAP-CIID. Quito, Ecuador. 120 p.
- Nieto, C., R. Castillo y E. Peralta. 1986a. Guía para la Producción de semilla de quinua. Programa de Cultivos Andinos. E.E. Santa Catalina. Boletín Divulgativo No 186, pág. 8.
- Nieto, C., E. Peralta y C. Castillo. 1986b. INIAP IMBAYA e INIAP COCHASQUI, Primeras variedades de Quinua para la Sierra Ecuatoriana. Programa de Cultivos Andinos. E.E. Santa Catalina. Boletín Divulgativo No 187, pág. 16.
- Nieto, C., C. Vimos, C. Monteros, C. Caicedo y M. Rivera, 1992. INIAP Ingapirca e INIAP Tunkahuan: Dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina. Programa de Cultivos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Boletín Divulgativo No 228, pág.23.
- Nieto, C., J. Rea, R. Castillo y E. Peralta. 1994. Guía para el Manejo y Preservación de los Recursos Fitogenéticos. Estación Santa Catalina. INIAP. Publicación miscelánea No 47. pág. 43.
- Nieto, C., R. Arroyo, S.-E. Jacobsen y E. Peralta. 2000. Investigación de tecnología apropiada para la producción de quinua orgánica en Ecuador. Project proposal PROMSA, Ecuador, pág. 18.
- Ochoa, J., H. D. Frinking y T. Jacobs. 1999. Postulation of virulence groups and resistance factors in the quinoa/downy mildew pathosystem using material from Ecuador. Plant Pathology 48: 425-430.
- ODEPLAN y FAO. 2001. Perfil nutricional del Ecuador: Lineamientos de políticas de seguridad alimentaria y nutrición. Quito, Ecuador. pág. 97.
- Paredes, M. 2001. We are like fingers of the same hand: Peasants' heterogeneity at the interface with technology and project intervention in Carchi, Ecuador. M.Sc. thesis, Wageningen University, the Netherlands.
- Peralta, E. 1994. La Quinua. Un gran alimento y su utilización. Estación Santa Catalina. INIAP. Boletín Divulgativo No 175, pág. 21.
- Popenoe, H., S.R. King, J. Leon, L.S. Kalinowski, N.D. Vietmeyer y M. Dafforn. 1989. Lost crops of the Incas: Little known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. National Academy Press. Washington DC.
- Pretty, J. 1995. Regenerating Agriculture: Policies and Practices for Sustainability and Self-Reliance. Londres, Reino Unido: Earthscan Publications.
- Pumisacho, M. y S. Sherwood. 2002. El cultivo de la papa en Ecuador. Ediciones Abya Yala, Quito, Ecuador, pág. 229.
- Repo-Carrasco, R., C. Espinoza y S.-E. Jacobsen. 2001. Valor nutricional y usos de la quinua (*Chenopodium quinoa*) y de la kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). In, Memorias (eds. S.-E. Jacobsen y Z. Portillo), Primer Taller Internacional sobre Quinua – Recursos Genéticos y

- Sistemas de Producción, 10–14 mayo, UNALM, Lima, Perú, 391-400.
- Risi, J. y N.W. Galwey. 1984. The *Chenopodium* grains of the Andes: Inca crops for modern agriculture. *Adv. Appl. Biol.* 10: 145-216.
- Rivadeneira, J., J. Cordova y E. Peralta. 2001. II. Fitonutrición del cultivo de chocho. El cultivo de chocho, *Lupinus mutabilis* Sweet: Fitonutrición, enfermedades y plagas, en el Ecuador. C. Caicedo and E. Peralta. Quito, INIAP, FUNDACYT: 9-18.
- Rivera, M. y P. Gallegos. 2001. IV. Plagas del chocho. El cultivo de chocho, *Lupinus mutabilis* Sweet: Fitonutrición, enfermedades y plagas, en el Ecuador. C. Caicedo and E. Peralta. Quito, INIAP, FUNDACYT: 31-35.
- Rivera, M. y E. Peralta. 1988. Evaluación del rendimiento y potencial agronómica de 10 líneas promisorias de amaranto (*Amaranthus* spp) en tres localidades de la sierra ecuatoriana. VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, Quito, Ecuador.
- Robalino, D. y W. Peñalosa. 1988. El uso de la quinua en la elaboración de tempeh. VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, Quito, Ecuador.
- Robles, J., S.-E. Jacobsen y C. Rasmussen. 2001. Aves plagas y medidas de control en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Proc., XLIII Convención Nacional de Entomología. Universidad Nacional del Centro, 4-8 noviembre 2001, Huancayo, Perú, pág. 65.
- Röling, N. y M. Wagemakers. 1998. Facilitating Sustainable Agriculture. Participatory learning and adaptive management in times of environmental uncertainty. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Selener, D. 1997. Participatory action research and social change. Ithaca, Nueva York: The Cornell Participatory Action Research Network, Cornell University.
- Selener, D., J. Chenier y R. Zelaya. 1997. De campesino a campesino: Experiencias Prácticas de Extensión Rural Participativa. Quito, Ecuador: IIRR.
- Sherwood, S. G. 1997. Little things mean a lot: Working with Central American farmers to address the mystery of plant disease. *Agriculture and Human Values* 14 (2): 181-189.
- Sherwood, S. G. and J. W. Bentley. 1995. Rural farmers explore causes of plant disease. *ILEIA* 11(1): 20-22.
- Sherwood, S. G., R. Nelson, G. Thiele and O. Ortiz. 2000. Farmer field schools in potato: A new platform for participatory training and research in the Andes. *ILEA*. diciembre, pág. 6.
- Sherwood, S. and S. Larrea. 2001a. Participatory methods for Community-based Natural Resource Management. Learning module for the M.Sc. Program in Community-Based Natural Resource Management. Pontificate Catholic University of Ecuador, pág. 58.
- Sherwood, S y S. Larrea. 2001b. Looking back to see ahead: Fifteen years of farmer innovation and leadership in Güinope, Honduras. *Journal of Agriculture and Human Values*, 18 (2), pág. 34.
- SIISE. 2001. Sistema integrado de indicadores sociales. Version 2.0. Secretaría de Desarrollo Social. Quito, Ecuador.
- Solas, M. 1986. Recolección de variedades nativas de papa en el Ecuador. Reporte de las primeras expediciones de recolección en las Provincias de Carchi, Cotopaxi, Tungurahua, Cañar, Azuay y Loja. Convenio INIAP-IBPGR. Informe anual.
- Suquilanda, M. 1995. Quinua: Manual para la Producción Orgánica. FUNDAGRO. Ediciones UPS. Quito, Ecuador, pág. 20-25.
- Swissaid, 1999. Granjas biológicas campesinas, Quito, Ecuador, pág. 116.
- βo, C. 1991. Quinua. Monografía. Bonn, Alemania, pág. 6.

- Thompson, J. 1994. De la retórica participativa a la realidad participativa: Capacitación para la transformación institución. Londres, Reino Unido. IIED.
- Uauy, R., C. Albala y J. Kain. 2001. Obesity trends in latin america: transiting from under- to overweight. *J Nutr Mar*; 131(3):893S-9S
- Uphoff, N. 1996. Learning from Gal Oya: possibilities for participatory development and post-Newtonian social science. Intermediate Technology Publications, London, UK, pág. 300.
- Vacher, J., O. Atteia and E. Imaña. 1988. La radiación neta y la evapotranspiración potencial (ETP) en el altiplano boliviano. Proc. VI. Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, Quito, Ecuador, pág. 523-529.
- Valverde, F., J. Córdova y R. Parra. 2001. Erosión de suelo causada por labranza con maquinaria agrícola (arado y rastra) en Carchi, Ecuador. Report for the Soil Management CRSP, pág. 14.
- Van Lenteren, J.C., A.K. Mineks y D.M.B. De Ponti. 1991. Biological control and integrated crop protection: Towards environmentally safer agriculture. Pudoc Scientific Publisher. Wageningen, pág. 225.
- Veen, M. 1999. The development of land use and land management, and their effects upon soils in processes of mechanical erosion and compaction: A case study for a potato-production area in the northern Andes of Ecuador. Wageningen Agricultural University/Centro Internacional de la Papa, pág. 66.
- Veldhuizen, L. van, A. Waters-Bayer, R. Ramírez, D. Johnson, and J. Thompson [Ed.]. 1997. Farmers' research in practice: lesson from the field. London: UK: Intermediate Technology Publications.
- Villacres, E., C. Caicedo y E. Peralta. 1998. Disfrute cocinando con chocho – Recetario. Programa Nacional de Leguminosas, INIAP, Quito, Ecuador. Fundacyt, pág. 48.
- White, S. y F. Maldonado. 1991. The use and conservation of natural resources in the Andes of southern Ecuador. *Mountain Research and Development* 11(1), 37-55.
- Yugcha, T. 1988. Zonificación potencial del cultivo de chocho. INIAP, Quito.
- Yugcha, T. 1996a. Zonificación potencial del cultivo de la quinua, en el callejón interandino del Ecuador. División de Ordenamiento Rural, MAG, Quito, Ecuador, pág. 10.
- Yugcha, T. 1996b. Zonificación potencial de los cultivos de quinua-chocho en el callejón interandino del Ecuador. Escala 1:200000. INIAP-Fundacyt-BID, Quito, pág. 19.
- Yugcha, T. 1997. Zonificación potencial del cultivo de chocho. Escala 1:50000. INIAP-Fundacyt-BID, Quito, pág. 19.

Anexo B. Valor nutricional de la quinua (basado en β_0 , 1991 y Morón, 1999)

Composición

La composición general de la quinua lavada o escarificada (desaponificada) se presenta en el Cuadro B1. Estudios han mostrado que la quinua contiene entre 11,6 a 14,96% proteína y 6,8% lípidos, y generalmente se compara favorablemente con los otros granos en términos de nutrientes y valor energético (Cuadro B2). Su complejo de aminoácidos muestra que no solo se destaca por su cantidad de proteína, sino también por la alta calidad de la misma.

Aminoácidos

La quinua contiene altas cantidades de leucina, isoleucina, lisina, metionina y treonina en relación con los granos y cantidades comparables de triptófano y cistina (Cuadro B3). La quinua contiene cantidades menores de los aminoácidos esenciales fenilalanina y valina y el aminoácido semiesencial tirosina. El alto contenido de arginina y histidina, aminoácidos esenciales para los bebés y niños pequeños, hace de la quinua un alimento con buen potencial para la nutrición juvenil.

Cuadro B1. Composición general de la semilla de quinua (desaponizada)

Contenido	Variación	Promedio
Agua	6,8-20,7	12,65
Proteína	7,47-22,08	13,81
Carbohidratos	38,72-71,30	59,74
Grasas	1,8-9,3	5,01
Celulosa	1,5-12,20	4,38
Fibra	1,10-16,32	4,14
Ceniza	2,22-9,80	3,36

Cuadro B2. Composición de nutrientes (g/100g) y valor energético (kcal/100g) de quinua

	Quinua	Trigo integral	Centeno (grano entero)	Cebada (grano entero)	Arroz (no escarificado)	Maíz (grano entero)
Valor calórico	350	309	269	299	353	338
Proteína	13,81	11,5	8,7	10,6	7,4	9,2
Grasas	5,01	2	1,7	2,1	2,2	3,8
Carbohidratos	59,74	59,4	53,5	57,7	74,6	65,2
Agua	12,65	13,2	13,7	11,7	13,1	12,5
Fibra	5,2	10,6	13,15	9,8	4,0	9,2
Minerales	—	1,8	1,9	2,25	1,2	1,3

Cuadro B3. Contenido de aminoácidos (g/100g) de quinua, otros granos y leche de vaca

Aminoácido	Quinua	Trigo	Cebada	Maíz	Arroz	Leche (3,5% grasa)
Esenciales:						
Isoleucina	0,88	0,53	0,50	0,46	0,35	0,21
Leucina	0,98	0,90	0,86	1,32	0,71	0,31
Lisina	0,91	0,37	0,41	0,31	0,31	0,26
Metionina	0,33	0,22	0,19	0,20	0,17	0,08
Fenilalanina	0,48	0,63	0,64	0,50	0,43	0,17
Treonina	0,63	0,42	0,46	0,42	0,34	0,15
Triptófano	0,15	0,15	0,16	0,08	0,09	0,05
Valina	0,55	0,64	0,63	0,55	0,51	0,23
Esenciales para bebés y niños:						
Arginina	1,02	0,61	0,60	0,45	0,62	0,12
Histidina	0,37	0,27	0,23	0,28	0,19	0,09
Semiesenciales:						
Tirosina	0,39	0,40	0,42	0,41	0,33	0,17
Cistina	0,33	0,28	0,24	0,15	0,10	0,03

Lípidos

El contenido de grasa de la quinua tiene un alto valor debido a su alto porcentaje de ácidos grasos no-saturados. La quinua de Ecuador ha mostrado tener un contenido del ácido grasos esencial, ácido linoleico del 51,7%. El contenido de ácidos grasos saturados, ácido oleico y ácido linoleico en la quinua es comparable al aceite de soya. El coeficiente de ácidos grasos polinosaturados/ácidos grasos saturados de aceite de quinua es 4,60, lo cual es mejor que los aceites de soya (4,58), maíz (3,56) y semilla de girasol (5,33). El porcentaje de contenido de ácidos linoleico y alpha-linoleico corresponde a aquel del trigo, aunque el contenido de grasa de la quinua es 2,5 veces más alto que aquel del trigo.

Carbohidratos

El contenido de carbohidratos de la quinua consiste de 55 a 65% de almidón, 2 a 2,6% de Monosacaridos y 3 a 3,6% de Pentosano. El contenido de fibra varía entre 2 y 4%. La harina de quinua no contiene gluten, y representa así una alternativa para gente con problemas de intolerancia al gluten.

Minerales y vitaminas

Investigaciones sobre el contenido de minerales han mostrado que la quinua contiene importantes porcentajes de Ca, Mg, K, Zn y especialmente de Fe, comparado con otros cereales (Cuadro B4). Con respecto a las vitaminas, la quinua tiene altos contenidos de vitamina A, B2 y E (Repo-Carrasco et al., 2002).

Cuadro B4. Contenido de minerales (mg/100g) de quinua en relación con otros granos

Elemento (mg/100g)	Quinua	Trigo	Arroz	Maíz
Calcio	66,6	43,7	23,0	15,0
Fósforo	408,3	406,0	325,0	256,0
Magnesio	204,2	147,0	157,0	120,0
Potasio	1.040,0	502,0	150,0	330,0
Hierro	10,9	3,3	2,6	--
Manganeso	2,21	3,4	1,1	0,48
Zinc	7,47	4,1	--	2,5

Saponinas

Un constituyente problemático de la quinua es la saponina. La estructura de un número mayor de las saponinas de quinua no ha sido identificada, pero es conocido que la semilla de quinua tiene una diversidad de saponinas, que incluyen los ácidos: hederagenina, oleanol, fitolaccagen y spergulageno metil éster. La saponina es un grupo de sustancias químicas presentes en distintas plantas que se disuelven en agua como la espuma de jabón. Se pueden encontrar saponinas en muchos vegetales, como por ejemplo la espinaca, espárrago, remolacha y las leguminosas. Las saponinas tienden a producir un sabor amargo, como en el caso de la quinua. La función biológica de las saponinas en la quinua parece ser la de repelente de plagas y enfermedades. Los productos farmacéuticos comerciales de saponinas incluyen Aescin (proveniente de horsechestnut), Hederin (ivy), Glycyrrhizin (de la raíz de anís) y Digitonin (digitalis). Como las saponinas están en el superficie de la semilla y son solubles en agua, son relativamente fáciles de lavarlas con agua o sacarlas a través de escarificación (Jacobsen et al., 2000a).

Valor nutritivo

No es posible realizar un análisis detallado sobre los beneficios nutricionales de la quinua, debido a la falta de estudios completos sobre el grano. Sin embargo, los resultados de la información existente muestran que la quinua es un alimento ideal. Es particularmente importante asegurar una provisión de proteínas de alta calidad para las personas que siguen dietas vegetarianas que presentan restricciones; las personas mayores también son vulnerables. Debido a su alto contenido de proteínas y la alta calidad de este complejo de proteínas, la quinua puede contribuir significativamente a la dieta de estas personas.

El calcio, hierro y zinc son considerados minerales esenciales para la salud humana. Las mujeres comúnmente tienen deficiencias de hierro. Esto es particularmente el caso durante el embarazo. De igual forma, los vegetarianos pueden sufrir deficiencias en hierro y zinc. En relación con otros cereales, la quinua tiene ventajas marcadas. Comparada con el trigo, la quinua tiene por lo menos 1,5 veces más calcio, 3,3 veces más hierro y el doble de zinc. Comparada con el arroz y maíz, las diferencias son aún más altas (Cuadro B4).

Anexo C. Tecnología de producción orgánica (tomado de Jacobsen y Mujica, 2002b)

Introducción

Una de las exigencias internacionales para la producción orgánica es que el suelo donde se va a cultivar no haya sido objeto de aplicación de químicos (fertilizantes o plaguicidas), por un lapso mínimo de tres años, o que el suelo sea virgen (suelo en el cual no se haya cultivado anteriormente). Es necesario, por lo tanto, empezar por la identificación de áreas y dentro de éstas, la identificación de agricultores con potencial para la producción orgánica. Habiendo identificado áreas y agricultores, es necesario iniciar un proceso compartido y colaborativo de investigación y validación de procesos tecnológicos para la producción orgánica de quinua y otros cultivos. Luego, es necesario redefinir y consolidar las etapas de procesamiento de semilla. Este proceso incluye principalmente la eliminación de saponina, y el destino o uso posterior del residuo de saponina, que es un subproducto contaminante de aguas y tóxico para animales de sangre fría.

A pesar de que el mercado para productos orgánicos es todavía limitado, las tendencias muestran que este es un mercado en expansión y con mucho potencial a mediano plazo. El mercado para productos orgánicos a largo plazo es un mercado asegurado, debido a que cada vez la población mundial, especialmente la de los países industrializados, se sensibiliza con temas de conservación ambiental y control de la contaminación. La preocupación por la salud humana y por evitar enfermedades originadas en el consumo de alimentos contaminados es creciente y, por ende, también la demanda de productos orgánicos. La producción, uso y consumo de este tipo de alimentos, no solamente está en armonía con el ambiente, sino que

garantiza la salud de los trabajadores de campo y del los consumidores.

Existe una demanda real al nivel nacional e internacional para quinua orgánica. Sin embargo, Ecuador no está en condiciones de satisfacer esa demanda, debido entre otros factores a que no hay una oferta tecnológica validada para producción orgánica de quinua, que garantice a los agricultores interesados la tecnología y los métodos de gestión necesarios para este tipo de producción.

Selección del terreno

En los últimos años, ha habido un interés creciente de varios grupos para producir quinua orgánica, lo cual implica ciertas modificaciones a los sistemas de producción convencionales. Aparentemente, los grupos de pequeños agricultores tienen mayor ventaja en este nuevo modelo de producción, debido a que ellos tradicionalmente han producido sus cultivos en forma orgánica; sin embargo, la mayor dificultad con estos grupos parece ser la falta de tecnología poscosecha para garantizar un producto de calidad. De esta forma, uno de los temas prioritarios de investigación en Ecuador es, justamente, la búsqueda de métodos de producción de quinua orgánica.

Las áreas para la siembra de quinua orgánica deben ser ubicadas en suelos profundos, con buena fertilidad, y de preferencia con alto contenido de materia orgánica, suelos no inundados con pendiente moderada, bien nivelados, zonas sin riesgo de heladas ni de constantes granizadas. Los terrenos deben ser de textura franco o franco arenosa, con alto contenido de materia orgánica, terreno virgen o terrenos que hayan descansado por más de cinco años,

seleccionar suelos en los que no se haya detectado presencia de nematodos, ni presencia excesiva de malezas, suelos con pendiente moderada, bien nivelados, de buen drenaje y fácil eliminación del exceso de humedad.

Rotación de cultivos

El sistema agrícola se caracteriza principalmente por ser de secano y de autoconsumo. Para la producción orgánica, la mejor rotación es después de que el terreno haya descansado por lo menos cinco años, terreno virgen o después de una leguminosa como el chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). La leguminosa fija nitrógeno y las plagas que le ocasionan daño no son afines a la quinua, así como la incidencia de malezas es mínima, por el tipo de crecimiento y ramificación del chocho, que tapa completamente el suelo, evitando el desarrollo vigoroso de las malezas.

Preparación de suelos

Al recuperar la tecnología ancestral para la quinua, se reintroducen ciertas técnicas de manejo de suelos (labranza mínima), conservación y uso eficiente de la humedad del suelo (dry farming), uso racional de los productos de la finca y propios del agricultor (materia orgánica y compost), técnicas de conservación de suelos (andenes), uso integral de las plantas incluidas las malezas (alimentación, forraje y medicinal), que permitirán evitar la erosión del suelo por agentes eólicos así como hídricos.

La preparación de suelos debe efectuarse con bastante anticipación de tal manera que se realice cuando el suelo tenga adecuada humedad, lo que facilitará la penetración del arado y la incorporación de la materia orgánica superficial, permitiendo su descomposición. En la zona andina se recomienda efectuar a fines del período de lluvias entre marzo y abril; para ello debe voltearse el suelo de tal manera que se introduzca la parte superficial y se vierta la interior. Esto facilitará no solo la aireación sino que expondrá larvas y pupas de insectos a la acción erosiva de los rayos ultravioleta y al

consumo de las aves y roedores, eliminando así gran parte de estas formas dañinas a las futuras plantas de quinua.

La preparación del suelo es de suma importancia para la producción orgánica de quinua, ya que de ello depende la obtención de gran parte de su potencial productivo. Para conseguir una adecuada preparación del suelo se deben utilizar arados de vertedera o discos empleados en forma eficiente, bien nivelados y regulados adecuadamente la profundidad de penetración de las rejas o discos. Una vez volteado el suelo debe pasarse una o varias rastras cruzadas hasta conseguir que los terrones queden completamente desmenuzados y reducidos a pequeñas partículas. Generalmente es necesario efectuar un recogimiento de pajas que no fueron enterradas para ser compostadas posteriormente junto a otros materiales orgánicos y piedras (Mujica, 1997). En caso de suelos dispares será necesario nivelar el suelo con tablones o rieles para evitar encharcamiento de agua y desuniformidad en el enterrado de las semillas.

Es deseable trabajar hacia una labranza mínima o cero, que ha ganado mucho interés en Brasil, por que mejora la conservación de los suelos. Se cultivan 8 millones de ha en labranza, cero de los cuales 3 millones se encuentran en las sabanas. Los cultivos principales son soya y maíz (verano) y maíz, sorgo, mijo y girasol en la época seca. Una pequeña parte es cultivo orgánico, sin embargo, ésta corresponde a una área significativa. Los ensayos se han efectuado en EMBRAPA (selección y pruebas), y en campos de agricultores (pruebas finales de quinua y demás alternativas para el cultivo doble). Todavía no se cultiva la quinua comercialmente en Brasil, pero hay curiosidad por parte de agricultores innovadores. Cuando se quiere incorporar la quinua en la rotación, la modalidad es pastos-leguminosas-quinua. Los pastos ayudan a reducir el problema de malezas y se utilizan para forraje, luego de ser desecados. La leguminosa que se utiliza es gandul (*Cajanus cajan*), terciopelo (*mucuna sp.*) o crotalaria (*crotalaria sp.*), cortada en floración antes de la siembra de la quinua. El estiércol se

aplica antes de la siembra de la leguminosa, o después de la emergencia de la misma. La siembra se efectúa sobre los rastros del cultivo anterior.

Selección de semilla

La selección de semilla es una labor importante para la producción de quinua, puesto que de ella dependerá el futuro rendimiento, no sólo varietal sino también de la calidad agronómica y comercial de la cosecha. Se debe seleccionar y escoger como semilla aquel grano procedente de semilleros oficiales o garantizados en sanidad, calidad agronómica, genética y fitosanitaria, y los granos deben ser de mayor tamaño, bien maduros, con alto poder germinativo (mínimo 95%), libres de enfermedades y genéticamente que correspondan a la variedad que se requiere instalar (Cutipa, 1998). Se recomienda utilizar variedades que el mercado solicite, v.g., de tamaño grande, de color uniforme y eventualmente con alto contenido de saponina, para evitar la mayor incidencia de insectos y aves, cuyo contenido de saponina hace que estas plagas tengan menor preferencia por el cultivo.

Abonamiento

La alimentación de la planta es un factor importante en la producción, de ella dependerá el rendimiento. La quinua es una planta que extrae nutrientes del suelo en cantidades medias, por ello requiere tener a disposición cantidades suficientes para dar producciones aceptables, puesto que la quinua para producir 5000 kg/ha de materia seca (grano, broza y jipi), extrae del suelo: 65, 16, 126, 49 y 11 kg/ha de N, P, K, Ca, Mg, respectivamente (Cari, 1988). Deben ponerse a disposición de la planta estas cantidades en forma orgánica y evitar el agotamiento de los nutrientes en el suelo.

Para un abonamiento técnico se debe recurrir al análisis de suelo, el cual servirá de guía para su aportación en forma racional al suelo. El abonamiento debe efectuarse con estiércoles descompuestos de los diferentes animales: ovi-

nos, vacunos, equino, camélido, aves, guano de islas y otros, residuos de cosecha, residuos de la agroindustria, humus de lombriz, cenizas, compost, calcio, magnesio, boro, cal agrícola o carbonato de calcio, roca fosfórica, y muriato de potasa.

En el caso de observar deficiencias en elementos menores, la agricultura orgánica permite la aplicación de elementos puros como es el caso del azufre, magnesio, manganeso, boro y calcio. Los cálculos para determinar las cantidades de materia orgánica a ser utilizada así como los elementos mayores y los elementos menores, se efectuarán de manera similar al cálculo de los fertilizantes.

La fecha de aplicación de los diferentes estiércoles descompuestos debe ser mínimo dos meses antes de la siembra y deben ser incorporados mediante una rastra; las cantidades a aplicar dependerán del tipo de estiércol; pero en general, se recomienda para la zona andina 10 t/ha de estiércol de vacuno u ovino, 6 t/ha de gallinaza, 5 t/ha de compost, o 0.5 t/ha de guano de islas, 2 t/ha de humus de lombriz, 1.5 l/ha de Biol al 50%, en tres aplicaciones (es un bioestimulante, resultado de la descomposición de la materia orgánica (estiércol) más leguminosas, el cual estimula el crecimiento radicular y foliar, y permite así una mayor extracción de nutrientes y mayor actividad fotosintética, lo que da como resultado el incremento del rendimiento) (Suquilanda, 1995).

Siembra

La siembra debe efectuarse en la época oportuna para la localidad donde se instalará el cultivo. Siembras tempranas y tardías siempre traen consigo riesgos de adversidades climáticas, lo ideal para la zona andina es efectuar la instalación cuando comience la época de lluvia de septiembre a octubre. En zonas de clima más benigno como en Ecuador, se puede alargar hasta enero, o por altitudes por debajo de los 2800 m hasta febrero, sobre todo cuando se dispone de riego. Si no se conoce con precisión la época oportuna, es bueno guiarse con la fecha de siembra del maíz. La densidad de

siembra recomendada es de 10 kg/ha de semilla seleccionada y procedente de un semillero garantizado, sembradas a una distancia de 50 cm entre surcos. Se deposita la semilla uniformemente en el fondo del surco a chorro continuo, luego se tapa la semilla con escasa cantidad de tierra de tal manera que la semilla no quede enterrada más de 1,5 cm de profundidad.

Durante la germinación la semilla requiere buena humedad, cualquier déficit en esta etapa puede ocasionar la muerte de la plántula y traer como consecuencia una mala instalación del cultivo. La siembra puede efectuarse en forma manual o utilizando sembradoras de granos pequeños, en caso este último es necesario efectuar una buena regulación de la densidad de siembra y profundidad de enterrado, pues estas son las causas más frecuentes de una mala instalación.

En algunos lugares donde la incidencia de malezas es fuerte se recomienda, antes de la siembra, efectuar un riego y luego una vez que germinen y emerjan las malezas, pasar una rastra para matar las malezas y dejar el campo libre de ellas.

Labores culturales

Las principales labores culturales constituyen las deshierbas, aporque y raleo. La deshierba consiste en eliminar las malezas que están compitiendo por nutrientes, agua, luz y espacio con las plantas cultivadas. La quinua es muy sensible a la competencia de malezas en las primeras etapas de crecimiento, esta labor puede efectuarse manualmente o mediante escardas que a la vez de aporcar y acumular tierra al pie de la planta, están removiendo el suelo y permitiendo una mejor aireación de las raíces. Se pueden realizar uno o dos deshierbas, según la incidencia de malezas, la primera cuando las plántulas tengan 15-20 cm (4-6 hojas) y la segunda un mes después. Las malezas extraídas pueden ser usadas para la alimentación del ganado, caso contrario debe ir a la compostera. La deshierba permitirá también la eliminación de plantas hospederas de enfermedades y plagas, rompiendo su ciclo reproductivo.

El raleo se realiza en caso de existir muchas plántulas en el surco. Estas deben ser eliminadas para evitar la competencia entre ellas, se eliminan las plantas más débiles, enfermas o pequeñas, dejando 25-50 plantas/m, dependiendo de la densidad de plantas deseada.

Control de plagas y enfermedades

Para la producción orgánica de la quinua se utiliza semilla libre de enfermedades o con resistencia a ellas, sin embargo, en caso de presentarse enfermedades hay que efectuar una eliminación temprana de plantas enfermas, sobre todo aquellas atacadas con mildiú (*Peronospora farinosa*). En caso de exceso de humedad se pueden realizar drenes cada 30 m, siguiendo las curvas de nivel del terreno para evitar anegamiento. Está permitido utilizar caldo bordelés (2 kg. de cal viva, 4 kg. de sulfato de cobre en 200 litros de agua), esta aplicación debe ser siempre en forma preventiva, también ceniza vegetal (2,5 kg/200 l de agua).

En el caso de ataque de plagas, se tienen que efectuar controles preventivos. Cuando se observe adultos de gusano de alambre o konakona (*Eurisacca quinoae*) volando en los campos de quinua, se tiene que poner trampas de luz en las noches (10 trampas de color amarillo/ha) o usar atrayentes y feromonas como trampas. Para evitar la postura de huevos y posterior emergencia de larvas, estadio en el que consume hojas, inflorescencias y granos de quinua, si aun así aparecen larvas en los cultivos de quinua, se deben efectuar tratamientos en los primeros estadios que son más débiles y sensibles al poder del insecticida de los compuestos orgánicos que actúan como biocidas. El más conocido es el extracto acuoso de neem (*Azadirachta indica*), que se vende con los nombres comerciales de Azatina al 3%, Margosan (8-10 kg/ 400 l de agua y 4 kg de jabón negro/400 l de agua) (Suquilanda, 1995). También se están usando con éxito extractos acuosos vegetales naturales como el piretro (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), muña (*Satureja perviflora*), ñacathola (*Baccharis incarum*), umathola (*Parastrephia lucida*),

ccamásayre (*Nicotiana tabacum*), molle (*Schinus molle*), chachacomo (*Polylepsis incana*), las cuales deben ser aplicados a medio día cuando se incrementen las temperaturas.

En caso de otros insectos puede efectuarse un control mecánico, cuando la incidencia no sobrepase el umbral económico (5 larvas por planta) y por último el control biológico, restableciendo las poblaciones naturales de *Copidosoma coheleri*. Un aspecto importante es el control que efectúan las aves sobre todo en los últimos estadios, consumiendo larvas en grandes cantidades, por lo que debe ser estimulado hasta cierto grado el control ornitológico de kcona kcona.

Cosecha y poscosecha

Es la etapa final e importante del proceso productivo, esta debe realizarse segando la planta y evitar el arrancado, para eliminar la contaminación con tierra. La cosecha puede ser manual o mecánica, en caso de ser mecánica es conveniente determinar con precisión la madurez y el contenido de humedad, para evitar desperdicios por ambos extremos. Una vez obtenido el grano, este debe exponerse al sol no solo para que pierda humedad sino para que las larvas aun presentes se deshidraten y mueran. En

ningún caso se deben almacenar granos con más del 12% de humedad, pues se producen fermentaciones que perjudican la calidad del mismo. Una vez seca la semilla es necesario efectuar una limpieza y clasificación para mejorar la presentación y calidad comercial, puesto que las semillas sin impurezas pueden ser comercializados como quinua perlada mientras que los pequeños para la elaboración de harinas y otros productos transformados.

Para la cosecha mecanizada se utilizan trilladoras estacionarias o combinadas, debiendo adaptarse el tamaño de los tamices, entrada de aire y revoluciones para una trilla adecuada. En colaboración con el proyecto FAO-Poscosecha se puede desarrollar una estrategia de procesos de poscosecha, poner a disposición a las comunidades campesinas trilladoras estacionarias y silos familiares para almacenamiento.

La capacidad de procesar la semilla de quinua tiene que ser incrementada en Ecuador, enfocando en un proceso seco o una combinación de pulidora y lavadora, reduciendo la contaminación del agua que contiene saponinas, y reduciendo los costos de secar la semilla mojada. Se trata de buscar mercados para las saponinas, sea como un plaguicida biológico, jabón natural, medicina, etc.

Anexo D. Costos de producción INIAP, junio 2001

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total (\$)
A. Costos directos (CD)				248,5
1.Preparación de suelo				30
Rastrada	Horas/tractor	2	10	20
Surcada	Horas/tractor	1	10	10
2. Mano de obra				125,5
Siembra	Jornal	4	4	16
Aplicación de insecticida + funguicida (2)	Jornal	2	4	8
Deshierba y aporque (1)	Jornal	6	4	24
Cosecha	Jornal	10	4	40
Trilla	qq	25	1	25
Transporte	qq	25	0,5	12,5
Clasificado y encostalado	qq	25	0	0
3. Insumos				93
Semillas	kg	15	2	30
Karate	Lt	1	5	5
Bavistin	Lt	1	8	8
Fertilizante	kg	150	0,26	39
Foliales-librel BMX	kg	1	6	6
Costales	Costal	25	0,2	5
B. Costos indirectos (CI)				161
Asistencia Técnica (15% subtotal CD)				25
Capacitación				10
Interés (18% Subtotal CD)				26
Arriendo por un año	m ²	10.000	0,01	100
Total costos (CD+CI) (dólares)				409
Total ingresos*	kg	1200	0,66	792
Utilidad Neta (valores actuales)	383			
Relación B/C				1,93

Anexo E. Organizaciones consultadas

Organización	Información de contacto	Actividades principales y estrategias	Area geográfica de operación con quinua	Resumen de comentarios sobre quinua orgánica
Agrolec	Ing. Carlos Hernández	Procesamiento; tiene clasificadora y pulidora de granos, procesamiento.	Quito	Interés en procesamiento y desarrollo de productos.
BCS	Ing. Hansjörg Götz Representante Riobamba 03-949927 bcs_ecu@andinanet.net	Certificación de diversos productos para exportación a Europa.	Sierra y costa	Interés en ampliar la red de certificación orgánica de productores e introducir sistema de normalización del Estado.
BioLatina-Ecuador	Ing. Jorge Morales 2-371-253	Organización regional con recién experiencia en Ecuador.	Sierra y costa, crecimiento	Interés en ampliar la red de certificación orgánica de fincas.
CEDIR/ CICDA	Lic. Solís y Ing. Felix Morocho Tambo, Cañar tel: 07-233-348 cedir@cue.satnet.net	Asistencia técnica; amplia experiencia con enfoques ecológicos; maneja metodologías de ECAs y CIALs.	17 comunidades en una zona tradicionalmente quinuera. Capacidad de llegar a más de 100 hectáreas de quinua.	Dificultades con mercados de compra de quinua convencional y orgánica.
Catholic Relief Services (CRS)	Ing. Scott Lefevre, Representante Ecuador y Colombia Punín Cálpi	Programas de desarrollo integrado; crédito, riego; experiencia con ECAs e investigación participativa.	Chimborazo (Calpi y Punín); potencial de crecimiento con granos andinos.	Interés en fortalecer enlaces entre productores y mercados de alto valor.
Centro Julián Quito	Ing. Hugo Mena, Técnico Riobamba tel: 03-968-618 humena@latinmail.com	Proyectos de desarrollo integrado en Chimborazo; Facilitador Maestro de ECAs; ejecutando ECA piloto en quinua.	Chimborazo	Interés en expandir operaciones con granos andinos.
Centro Internacional de la Papa (CIP)	Dr. Sven Jacobsen, seja@kvl.dk Ing. Stephen Sherwood, s.sherwood@cgiar.org	Investigación sobre variedades y manejo de plagas y suelos; Desarrollo de capacidad institucional en Manejo Integrado de Cultivos (papa y granos andinos).	Regional, Carchi, Chimborazo, Bolívar y Cañar.	Interés en fortalecer redes de innovación locales para sobrellevar problemas de producción.
ERPE	Ing. Juan Pérez Director Riobamba tel. 03-961-625 Patricio Juelas Rep. Comercialización ferpe@erpe.org.ec	Apoyando producción de quinua orgánica para exportación con unos 4,000 productores; 350 Tm exportadas en 2002.	Chimborazo, Bolívar y Cañar	Competencia percibida con otras iniciativas de quinua; mencionan problemas de producción y diversificación de mercados de compra en el exterior

FAO	Ing. Juan Erazo 2-478-272	Está realizando un estudio de mercado sobre quinua con la diócesis.	Consultoría	Oportunidad de integrar estudios de mercado.
FAO Poscosecha	Ing. Nicola Matrocola 514 MAG Quito 502-893 nicola@interactive.net.ec	Capacitación en poscosecha, construcción de silos metálicos, sistemas de información sobre mercados.	Toda la sierra y costa, entrando oriente	Interés en intercambiar experiencia con el proyecto quinua, en particular infraestructura y recursos humanos; problemas tecnológicos con trilladores, etc.
FAO Comité PMIP-Norte	Ing. Luis Escudero Coordinador UVTT- INIAP San Gabriel, Carchi 06-291-771	Compuesto por representantes del INIAP, MAG, FAO/PESAE, MANRECUR.	Presencia en diversos cantones de Carchi	Interés en coordinar actividades de capacitación (ECAs) e investigación participativa (CIALs); desarrollar enlaces entre grupos de productores y mercados.
FAO Comité PMIP-Centro	Ing. Fausto Yumisaca, Coordinador UVTT- INIAP Riobamba, Chimborazo 03-961-438	Compuesto por representantes del INIAP, MAG, Centro Julián Quito, Vecinos Mundiales y CEMOPLAF.	Presencia en diversos cantones de Chimborazo y Bolívar	Interés en coordinar actividades de capacitación (ECAs) e investigación participativa (CIALs); desarrollar enlaces entre grupos de productores y mercados
FAO Comité PMIP-Sur	Ing. Felix Morocho, Coordinador (ver CEDIR)	Compuesto por representantes del INIAP, MAG, CEDIR, TUCAYTA.	Presencia en diversos cantones de Cañar Cuenca del Río El Angel, Carchi	Interés en coordinar actividades de capacitación (ECAs) e investigación participativa (CIALs); desarrollar enlaces entre grupos de productores y mercados.
Grupo Randi Randi/ Proyecto MANRECUR	Dra. Susan Poats, Quito, tel. 2-220- 533/534 spoats@ impsat.net.ec	Convoca el Consorcio Carchi que representa más de veinte organizaciones comunales, gubernamentales y no-gubernamentales Maneja metodologías participativas de innovación agrícola (CIALs, ECAs).		Interés en promover producción en zona central de la cuenca y fortalecer capacidad de tres molinos comunales como empresas locales.

Inagrofa	Ing. Rodrigo Arroyo (Dir.), Quito tel. 2-920-231e-mail: Inagrofa@interactive.net.ec Ing. Nelson Vaca (Asesor técnico), Bolívar, Carchi tel: 06-287-371	Tiene más de 15 años de experiencia con producción comercial de quinua; especialista en procesamiento de granos andinos. Experiencia con producción y comercialización convencional y orgánica.	Tiene clasificadora y escarificadora. Produce con unos 65 productores de diversas escalas en Carchi, Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo Cañar.	Problema principal queda en producción de quinua y mercados de compra al nivel nacional e internacional.
Inca Organics/ Andean Partnership	Bob y Marjorie Leventry, Presidente y Vicepresidente Chicago, Il, EEUU IncaOrganics@aol.com	Compradores de quinua orgánica, principalmente para el mercado estadounidense y alemán.	Actualmente compran el producto del proyecto de ERPE.	Preocupado por el precio de quinua en el mercado internacional. Interesado en otros granos andinos (amaranto y chocho) y el desarrollo de productos.
INIAP	Ing. Eduardo Peralta Jefe Programa de Leguminosas y Quinua 2-693-360 legumin@pi.pro.ec	Amplia experiencia con producción de quinua, chocho y amaranto; maneja metodologías participativas de investigación; planta de procesamiento de chocho.	Actividades Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar, Cañar y Loja.	Interés en coordinar actividades de desarrollo de variedades e investigación aplicada con productores. Preocupado sobre producción orgánica de papa y chocho.
MAG-DITTE	Dr. Enrique Balda Director 2-553-703	Involucrado en la escritura de la nueva ley sobre producción y certificación orgánica; presencia en las provincias.	Infraestructura de documentación en Carchi, Chimborazo y Cañar.	Interés en involucrarse en normar procesos de certificación de quinua e intervenciones de capacitación.
MAG-PMA Programa Quinua	Lic. Carmen Galarza Encargada PMA carmen.galarza@wfp.org; Germán Trujillo Encargado MAG	Compra, crédito y organización de producción de quinua. Potencial mercado de quinua convencional (2.000 a 3.500 tm/año)	Carchi, Cotopaxi, a expandirse en 2002 a Bolívar, Chimborazo y Cañar.	Dificultades en lograr escalas de producción.
PROBIO	Lic. Mencha Barrera, Coordinadora Quito Tel. 2-541-137 probio@uio.satnet.net	Organización de productores biológicos.	47 productores Pichincha (27) Cotopaxi (11) Manabi (2).	Problema principal con la producción orgánica. Preocupación por sistema de certificación que no sea nacional.
PROMSA	Dr. Julio Chang, Director Ejecutivo, MAG-Quito 2-564-531; promsa@mag.gov.ec	Proyectos de investigación y transferencia.	19 operadores con 40 agentes en Azuay, Bolivar, Cañar, Carchi, Chimborazo y Cotopaxi y 116 proyectos de investigación. No experiencia específica con granos andinos.	Interés en integrar grupos de investigación y transferencia con mercados de compra de quinua.

SWISSAID	Dr. Francisco Gangotena (Director), Ing. José Carvajal Cumbayá 2-894-712	Apoyo a proyectos de agua potable, granjas biológicas campesinas y género; crédito, intercambios, comercialización.	2.000 productores entre el Norte (Carchi, Imbabura y Pinchincha, 500) y el Sur (Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar).	Preocupación por producción nacional; interés en incluir nutrición como estrategia y enfoque en la finca (no solo un cultivo).
Tecni-Semillas	Ing. Carlos Caicedo, INIAP/Leguminosas 2-693-360	Desarrollo de productos de granos andinos y multiplicación de semilla.	Conocoto	Interés en diversificación de cultivos y productos.
TUCAYTA	Ag. Nicolás Pichasaca Bolívar Quinde Cañar tel: 07-235-0111	Asistencia técnica, crédito, manejo de sistema de riego; Facilitador Maestro de ECAs; ejecutando ECA piloto en quinua.	16 comunidades cerca de Cañar. Actualmente tienen sembrado unas 8 ha, con potencial de llegar a 150 ha.	Preocupación por convertirse de sistemas convencionales a producción orgánica debido a riesgos. Dificultades con poscosecha.
Vecinos Mundiales/CEMO-PLAF	Ag. Edgar Cruz Cajabamba 03-912-175	Proyectos de desarrollo integral (agricultura y salud) y planificación familiar; experiencia con promotores locales; Facilitador Maestro de ECAs; ejecutando ECA piloto en quinua.	Chimborazo, Bolívar, Imbabura.	Interés en expandir actividades con granos andinos, en particular referente a la salud humana.

Anexo F. Vacíos de conocimientos sobre ecología de los agricultores de pequeña escala

Investigaciones sobre los sistemas de conocimientos de los agricultores a pequeña escala en América Latina han mostrado que el nivel de conocimientos sobre procesos agroecológicos en el campo varía tremendamente (Sherwood 1997, Sherwood y Bentley, 1995; Bentley, 1989; 1991; Huapaya et al., 1982). Vacíos de conocimientos debidos a cambios sociales y ecológicos limitan la capacidad de los agricultores a responder en forma efectiva a nuevos problemas en el campo.

Estudios han encontrado que los conocimientos rurales sobre las plagas y enfermedades se rigen por dos variables independientes: facilidad de observación e importancia percibida (Figuras F1 y F2). Como ejemplo, los cultivos son fáciles de observar y son importantes para los agricultores. En consecuencia, las personas

que viven en áreas rurales tienden a desarrollar conocimientos profundos sobre las etapas de crecimiento de las plantas (Bentley, 1989). Mientras que, desconocen de los patógenos, que son generalmente microscópicos y, desde esta perspectiva, poco importantes. La facilidad de observación e importancia percibida pueden ser usadas para explicar los conocimientos rurales. Bentley (1989) y Sherwood (1997) concluyeron que los agricultores de América Latina entendían más sobre plantas, que son usualmente macroscópicas y estacionarias, conocían menos sobre insectos que son pequeños y móviles y aún menos sobre los organismos que causan enfermedades que son esencialmente invisibles.

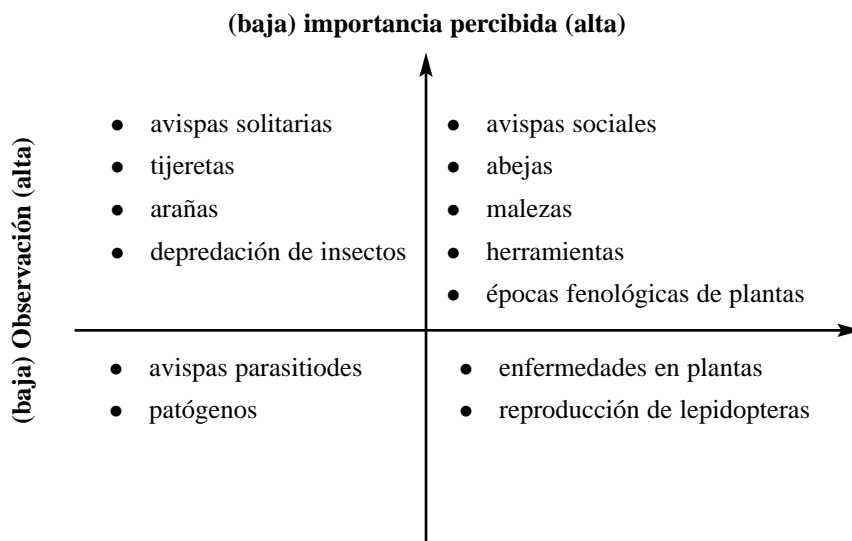


Figura F1. Cuatro clases de conocimientos de los agricultores (adaptado de Bentley, 1991)

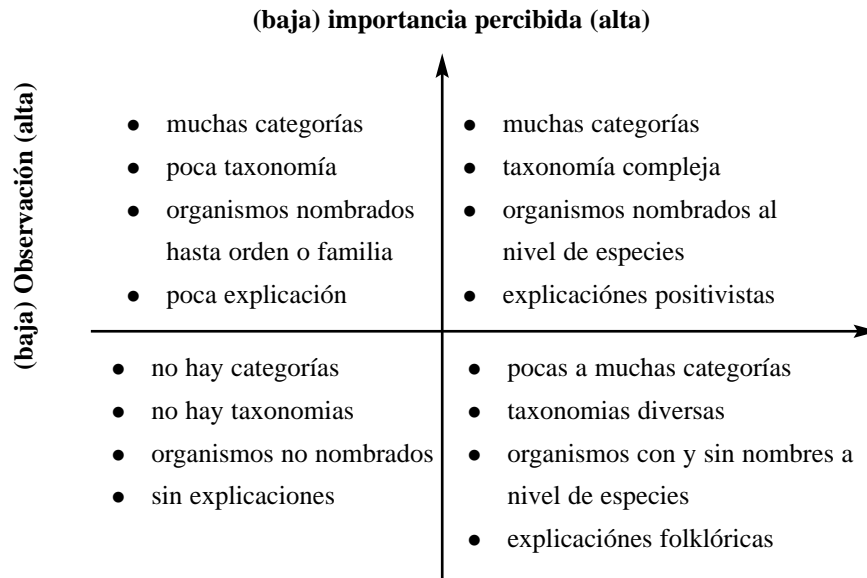


Figura F2. Clasificación de las clases de conocimientos de los agricultores (adaptado de Bentley, 1991)

Anexo G. Comparación entre la extensión convencional y extensión basada en autoaprendizaje (adaptado de Paulo Freire)

	Extensión convencional (transferencia)	Extensión centrada en el agricultor (auto-aprendizaje)
Enfoque general	Autoritario y paternalista	Humanitario y democrático
Estructura/calidad	Mecánica, dominante, dirigida	Orgánica e interactiva
¿Quién decide sobre los temas a aprender?	El extensionista	Los participantes con la orientación de los facilitadores
Naturaleza de los temas que se van a enseñar	Estrechos, definidos, puntuales	Amplios, abiertos a críticas y cambios
Métodos principales de enseñanza	Charlas formaleso Demostraciones, experiencias controladas	Diálogo abierto Experimentos, experiencias abiertas
Papel de los participantes	Objetos pasivos: escuchan, se les enseña, recogen y memorizan información	Sujetos activos: preguntan, aprenden y enseñan, encuentran soluciones a los problemas
Papel de los capacitadores	Sujetos activos: hablan, enseñan, disciplinan, determinan el tema de la materia, hacen una selección y la implementan	Sujetos activos: comunican, facilitan preguntas, aprenden y enseñan, encuentran soluciones a los problemas
Fuente principal de información	El extensionista	La experiencia de los capacitadores y del grupo
¿Quién tiene el conocimiento?	El extensionista	Todos
Naturaleza de la comunicación	Una sola vía del extensionista a los participantes, controlada y limitada	Doble vía entre todos, abierta y libre
¿Cómo aprenden las personas?	Recolectando información y memorizando	Pensando críticamente, descubriendo
Efecto de la educación en los estudiantes	Aprenden cómo resolver tareas específicas	Aprenden a analizar y resolver problemas reales en forma independiente

Anexo H. Comparación entre el sistema convencional de extensión agrícola y las Escuelas de Campo de Agricultores (adaptado de Gallagher, 1998)

Características	Extensión convencional	ECAs
El trabajo del extensionista a nivel de campo	Difunde "mensajes" pre-empaquetados mediante el vínculo de la investigación con la extensión. Su objetivo principal es la transferencia de información, no del conocimiento técnico, el cual se reserva para el Especialista, que no trabaja al nivel de campo.	Cada capacitador de las ECAs es un facilitador que tiene capacidades técnicas básicas (por lo menos para manejar el cultivo en cuestión). Además, cada facilitador recibe capacitación en aprendizaje y manejo de grupos. Estas habilidades son aprendidas en un curso de capacitación para capacitadores que dura un ciclo agrícola, allí ellos aprenden lo que después tendrán que enseñar.
Experiencia de los capacitadores	Variable, pero frecuentemente les faltan las habilidades y la experiencia básica en lo relacionado a la agricultura. Frecuentemente reciben capacitación en comunicación.	Capacitación obtenida en la práctica que permite a los capacitadores manejar el cultivo y aprender lo que luego enseñarán en las ECAs.
Información	Principalmente mensajes unilaterales, desde las distantes estaciones experimentales, sobre situaciones supuestamente representativas de las fincas.	Las recomendaciones de MIP son validadas y comparadas con las prácticas convencionales, de tal manera que en cada sitio surge nueva información aplicable localmente. Promueve la creatividad local.
El punto de contacto	Son los agricultores "contacto" que se supone capacitarán a otros agricultores comunicando la información externa.	Grupos de agricultores interesados que participan en grupos locales de estudio e investigación.
Duración	Continuamente, cada dos semanas, sin tomar en cuenta la fenología del cultivo.	Un periodo predefinido. Usualmente una clase semanal durante un ciclo agrícola. Las escuelas podrían durar más allá de un ciclo; pero nunca menos de esto ya que está integrada con la fenología del cultivo.
Pedagogía	Capacitación: Uso de demostraciones estáticas y predeterminadas con ejemplos en el campo para mostrar y decir lo que pasa.	Educación: Se enfoca en los principios básicos que permitan al agricultor hacer deducciones y valorar las recomendaciones dentro de su contexto y realidad ecológica, social y económica.
Evaluación	En el mejor de los casos se da en forma indirecta: basada en determinar el número de capacitaciones y el costo.	Exámenes antes y después. Auto-evaluación realizada por la comunidad. Se identifican indicadores basándose en los factores críticos del sistema. Tasas internas de retorno.
El sitio de la capacitación	Campos demostrativos, centros de capacitación, agricultores de contacto. Estático, no permite observar el desarrollo del cultivo.	Un campo de cultivo compartido que es usado por la ECA para validar dinámicamente y ensayar los nuevos métodos de manejo durante todo el ciclo del cultivo (e.g., las decisiones durante parte del ciclo se pueden verificar a través de muestreos de rendimiento).

Objetivos a largo plazo	Incrementar la producción de alimentos, etc. "Las actitudes de los agricultores, su falta de conocimiento y sus prácticas son limitantes para el proceso de desarrollo".	Apoyar grupos que busquen soluciones a problemas agrícolas y comunales con sus propios medios y a través de apoyo técnico puntual. "Los agricultores son los agentes del desarrollo".
Investigación	La fuente principal de información son las estaciones experimentales, que asumen que los modelos representativos que desarrollan son ampliamente aplicables.	Es un proceso y se da como resultado de pruebas realizadas al nivel local y dentro de las comunidades o ecosistemas que son el centro de aprendizaje.

Anexo I. Las Escuelas de Campo de Agricultores y los Comités de Investigación Agrícola Local (Braun et al., 1999)

	ECAs	CIALs
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar en los agricultores y en la comunidad una comprensión profunda de principios y procesos agroecológicos que gobiernan la dinámica poblacional de las plagas • A través de la nueva orientación ecológica, fortalecer capacidades de los agricultores y de la comunidad como decisores expertos en el manejo integrado de plagas • Romper la dependencia sobre plaguicidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer la capacidad de comunidades rurales como decisores e innovadores de soluciones agrícolas • Aumentar el poder de comunidades rurales para ejercer una demanda sobre el sistema formal de investigación • Vincular la investigación local con los sistemas formales proveyendo acceso a nuevas destrezas, información y productos de investigación que puedan ser útiles al nivel local
Actores	<ul style="list-style-type: none"> • Comunidades en zonas clave productoras de arroz • 20-25 agricultores de la misma comunidad • 1-2 facilitadores (agricultores o extensionistas de OG y ONG) • Servicios nacionales de extensión • ONG 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunidades de escasos recursos económicos • Equipo de 4 o más agricultores voluntarios/por comunidad • 1 facilitador (agricultor, ingeniero agrónomo o extensionista) • Servicios nacionales de investigación y extensión • ONG • Universidades
Duración	<ul style="list-style-type: none"> • Todo el ciclo de un cultivo con desarrollo permanente posterior a través de actividades de seguimiento y el surgimiento de un proceso comunitario de MIP 	<ul style="list-style-type: none"> • Permanente a través del establecimiento de un servicio de investigación que pertenece a la comunidad
Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Comenzó a través de proyectos en el ámbito nacional con cofinanciación externa y evoluciona hacia financiación local 	<ul style="list-style-type: none"> • Comenzó con proyectos piloto en varios países con financiación externa en la forma de dinero, semilla; continuó con experiencias replicadas por entidades nacionales; evoluciona hacia mecanismos de financiación local involucrando la formación de asociaciones regionales de CIAL
Procesos claves	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitación • Planeación (motivación, diagnóstico) • Ciclo de aprendizaje (observar, analizar, actuar) • Desarrollo profundo de conocimientos • Desarrollo de bases para acción colectiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitación • Motivación • Diagnóstico • Investigación (planeación, experimentación, evaluación, análisis) • Retroinformación • Monitoreo y evaluación

Procesos de maduración

- Fortalecimiento de las destrezas de investigación dentro de las Escuelas Rurales y a través de las Facilidades para Investigación-Acción
- Desarrollo de Escuelas Rurales para otros cultivos y con enfoques más allá que MIP.
- Fortalecimiento de vínculos entre la investigación local y entidades de investigación formal
- Formación de redes de agricultores, facilitadores e investigadores
- Institucionalización de MIP como un proceso comunitario
- Formación de asociaciones regionales de CIAL
- Institucionalización de Investigación Participativa en sistemas formales de investigación y extensión
- Desarrollo de ajustes para poder responder a demandas locales para investigación en aspectos pecuarios, desarrollo de agroempresas, y para resolver problemas de salud en cultivos y en el agroecosistema

Anexo J. Estudio de caso: Impacto económico de las Escuelas de Campo de Agricultores en Carchi

Los participantes de las Escuelas de Campo de Agricultores (ECAs) realizan, de manera iterativa, experimentos de comparación (agricultura convencional versus prácticas MIP) en una pequeña parcela (de aproximadamente 2500 m²), a fin de identificar oportunidades para conseguir un mejor manejo integrado de plagas y así lograr una mayor productividad. Después de dos ciclos de cultivo, los resultados en las tres ECAs en Carchi fueron impresionantes. Por medio de aplicación de tecnologías alternativas como: trampas para el gusano blanco, variedades de papa resistentes a la lancha, plaguicidas específicos y de baja toxicidad y de un cuidadoso monitoreo antes de realizar las aplicaciones, los agricultores consiguieron disminuir las fumigaciones de 12, en las parcelas convencionales, a 7 en las parcelas MIP, a la vez que mantuvieron o incrementaron la producción (Barrera et al., 2001). El volumen de ingrediente activo de los fungicidas aplicados para controlar la lancha disminuyó en un 50%, mientras que los insecticidas utilizados para el gusano blanco y de la mosca minadora, que por lo general se controlan mediante la aplicación de los altamente tóxicos carbofuran y metamidofos, disminuyó en un 75 y 40% respectivamente. El rendimiento promedio de las parcelas

convencionales y MIP alcanzó las 19 T/ha. Sin embargo, la productividad en las tres áreas estudiadas aumentó de un promedio de 120% en las parcelas convencionales a un 165% en las parcelas MIP (Cuadro J1).

Los participantes de las ECAs han identificado algunas maneras de mantener el mismo nivel de producción de papa con la mitad del gasto en plaguicidas y fertilizantes, lo que ha disminuido el costo de la producción de aproximadamente \$104 a \$80 por tonelada de papas. Debido al número de agricultores participantes, fue difícil determinar las demandas reales de mano de obra en el análisis costo-beneficio. No obstante, los agricultores opinaron que el tiempo requerido para encontrar nuevas tecnologías o aplicar ciertas tecnologías alternativas, como las trampas de insectos se compensaría por la disminución tanto en la aplicación de plaguicidas como en la necesidad de acudir al hospital. La prueba decisiva para las ECAs en MIP se dará en el 2001 cuando los agricultores empiecen a aplicar las nuevas ideas y prácticas en sus campos; no obstante, la evidencia preliminar es bastante prometedora y los agricultores parecen tener un alto grado de motivación.

Cuadro J1. Balance Costo-Beneficio del MIP obtenido en tres Escuelas de Campo de Agricultores llevadas a cabo en Carchi (por hectárea) (Barrera et al., 2001)

Rubros Variedad	Costos y Beneficios (\$)					
	Santa Martha de Cuba Superchola		San Francisco Fripapa		San Pedro de Piartal Fripapa	
	ECA	Conv.	ECA	Conv.	ECA	Conv.
Gastos Directos:						
Preparación del terreno	42	94	68	85	38	47
Siembra	233	183	289	136	220	220
Fertilización	261	334	266	272	246	388
Labores culturales	120	105	50	81	110	110
Controles fitosanitarios	276	362	139	213	133	183
Cosecha	167	237	119	227	180	180
Almacenamiento	21.6	22	18	18	22	22
Arriendo del terreno	80	80	80	80	80	80
Total Costos Directos:	1.199	1.417	1.030	1.112	1.027	1.229
Gastos Indirectos:						
Interés al capital 18%	216	255	185	200	185	221
Imprevistos 5%	60	71	51	56	51	62
Administración 5%	60	71	51	56	51	62
Total Gastos Indirectos:	335	397	288	311	288	344
Total Gastos Producción	1534	1813	1317	1423	1315	1574
Rendimiento (kg/ha)	23.406	17.953	15.680	14.342	18.000	18.000
Precio ponderado (USD/kg)	0,23	0,23	0,20	0,20	0,20	0,20
Beneficio Bruto (USD/ha)	5.383	4.129	3.136	2.868	3.680	3.680
Beneficio Neto (USD/ha)	3.849	2.316	1.819	1.445	2.365	2.106
Tasa Costo/ Beneficio	3,50	2,28	2,38	2,02	2,79	2,34
Rentabilidad (%)	250	128	138	102	180	134

*Anexo K. Estilos agrícolas en Carchi y oportunidades de intervención (Paredes, 2001)**

Parámetros	Arriesgados	Intermedios	Seguros	Jornaleros
Descripción general de los grupos	Agricultores que toman riesgos (se conocen como <i>completos</i> debido a que invierten "completamente"). Por lo general consiguieron su capital inicial en actividades no agrícolas (e.g., comercio). Por lo general cuentan con suficientes recursos económicos.	Partidarios que no cuentan con el capital suficiente para producir por su cuenta en áreas grandes. Algunos intermedios eran obreros agrícolas a medio tiempo o tenían actividades comerciales fuera de la finca.	Agricultores a tiempo completo cuyo objetivo es asegurar la producción de la finca basada en el trabajo familiar, conservación del suelo, y por medio de amplias redes sociales.	Obreros agrícolas pobres y sin tierra. Algunos fueron partidarios que fracasaron y se endeudaron
Tecnología	Practican una agricultura de altos insumos externos y están abiertos a adoptar tecnologías que permitan reducir el uso de mano de obra y que aumentan la producción. Bastante bien informados sobre las tecnologías 'modernas'. Adoptan y desechan tecnologías.	Cuando producen independientemente practican una agricultura de bajos insumos externos. Cuando se asocian para la producción por lo general dejan las decisiones sobre el uso de la tecnología a sus socios "mejor informados"	Tienden a usar tecnologías que conservan los recursos (e.g., labranza manual). Adoptan las tecnologías a largo plazo de manera lenta y pragmática y basándose en el ahorro de capital.	Hacen trabajo manual; están expuestos a las diferentes tecnologías utilizadas por sus diversos empleadores; tienen un limitado poder de decisión.
Motivación principal para participar en las actividades	Descubrir tecnologías altamente rentables y que reducen el uso de mano de obra. Acceder a variedades resistentes y altamente productivas.	Acceder a préstamos y a las recomendaciones de los "expertos".	Desarrollar tecnologías de bajos insumos externos e ideas para reducir los costos.	Tener acceso a tierra y establecer relaciones de equidad en la comunidad
Estrategias de intervención más promisorias	Enfoques de transferencia de tecnología; la promoción de variedades resistentes se podría combinar con capacitación y educación.	Una mezcla de los enfoques de transferencia de tecnología y de ECAs. Programas de crédito	MIP-ECAs y hacer énfasis en el desarrollo de la tecnología tradicional local, como el <i>wachu rozado</i>	MIP-ECAs y la formación de capacitadores pertenecientes a este grupo. Proveer acceso a vestuario de protección personal; crear conciencia en los empleadores sobre el uso de plaguicidas de menor toxicidad.

* La caracterización se hizo con los agricultores de las tres comunidades que participaron en el proyecto Eco-Salud. Los resultados se verificaron y ajustaron con los miembros de la comunidad y con el personal del INIAP.

Anexo L. Acciones sugeridas para la reducción de la exposición a plaguicidas

Diversos actores de Carchi, incluyendo representantes de comunidades, gobiernos, ONGs e instituciones de investigación han propuesto un conjunto de estrategias para disminuir/reducir la dependencia en plaguicidas (Crissman y Espinosa, 2002; Cole et al., 2002). En particular, han hecho un llamado para el diseño integral de políticas e intervenciones complementarias que fortalezcan la capacidad de las comunidades para reducir el uso de plaguicidas y simultáneamente mejorar la productividad agrícola. La siguiente es una compilación de principios y sugerencias para encontrar una salida a esta problemática.

Generales

- Trabajar hacia la reducción y eventual eliminación de uso de los ingredientes activos más dañinos y los plaguicidas que corresponden a las categorías toxicológicas Ia, extremadamente tóxica y Ib, altamente tóxica, así como otras formulaciones peligrosas.
- Reconocer que el MIP no se centra simplemente en tecnologías sino en la capacidad innovadora de los agricultores, así como en las condiciones que favorezcan una agricultura sostenible.
- Reajustar el enfoque general MIP hacia la reducción del uso de plaguicidas y los riesgos asociados.

Investigación

- Buscar un mejor balance en la agenda de investigación, para enfatizar en el control biológico y otras alternativas no dependientes de agroquímicos.
- Incluir en el análisis costo-beneficio de las tecnologías basadas en el uso de plaguicidas los costos para la sociedad asociados a los efectos negativos en la salud y medio ambiente.

Colaboración e incidencia en políticas

- Promover redes inter-institucionales y acción colaborativa, para promover el MIP y la reducción en el uso de plaguicidas.
- Promover el uso de equipo de protección personal de alta calidad y apoyar su adecuada distribución.
- Involucrar cada vez más a los agricultores tanto como a los científicos y otros miembros de la red agroalimentaria, en la formulación de políticas y la búsqueda de alternativas a los plaguicidas.
- Promover el desarrollo de nichos de mercado para productos agrícolas, ecológicos y orgánicos, que incentiven la no-utilización de insumos tóxicos.

Actualmente Ecuador produce cerca de 2.000 ha de quinua (*Chenopodium Willd*) por año, pero dada su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas, se estima que el cultivo podría alcanzar las 90.000 ha. El potencial del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) tanto como el del amaranto (*Amaranthus sp.*) es menor -- cerca de 70.000 ha. Se estima que el potencial de una producción orgánica dentro de cinco años podría alcanzar las 8.000 ha por cultivo, con un potencial agronómico de 50.000 ha en un periodo de diez años.

Para ser competitivos en los mercados internacionales, los productores de quinua del país necesitan mejorar su productividad por grano de \$0,8/kg a \$0,4/kg (pagado al agricultor). Es factible lograr este reto con el mejoramiento en el promedio de productividad de 800 a 2.000 kg/ha y con una reducción en los costos de producción a través de nuevas variedades y un manejo más integrado del cultivo, en particular referente a la fertilidad del suelo. Al mismo tiempo, la demanda futura de la quinua dependerá en el aumento de su consumo en productos alimenticios existentes y nuevos. Es menester enfocarse en el establecimiento de un sistema nacional de certificación con el fin de asegurar normas de calidad y propiciar condiciones que favorezcan a los agricultores que deseen adaptar a sistemas orgánicos de producción.

Un aumento del área sembrada con granos andinos traerá nuevos retos para los productores, desde el manejo de suelos y plagas hasta el mercadeo de productos. Como resultado, una intervención a favor de este rubro no solo debe ayudar a los agricultores a manejar sus problemas actuales, sino también a enfrentar con éxito el constante surgimiento de retos. La experiencia obtenida en desarrollo rural muestra que, en lugar de únicamente promover paquetes tecnológicos, es necesario poner atención cada vez más a fortalecer la posición de los protagonistas más marginados: los pequeños agricultores, sus familias y comunidades. El país carece de una programa nacional capaz de juntar a los diversos actores de la cadena agroalimentaria de los granos andinos y de catalizar sinergias para el bien productivo, económico y social del país.



12 de octubre 14-30 y Wilson
Casilla 17-12-719
Teléfonos: (593-2) 2506247 Fax: (593-2) 2506255
E-mail: editorial@abyayala.org web: www.abyayala.org
Quito-Ecuador

